

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年12月11日 (11.12.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/149475 A1

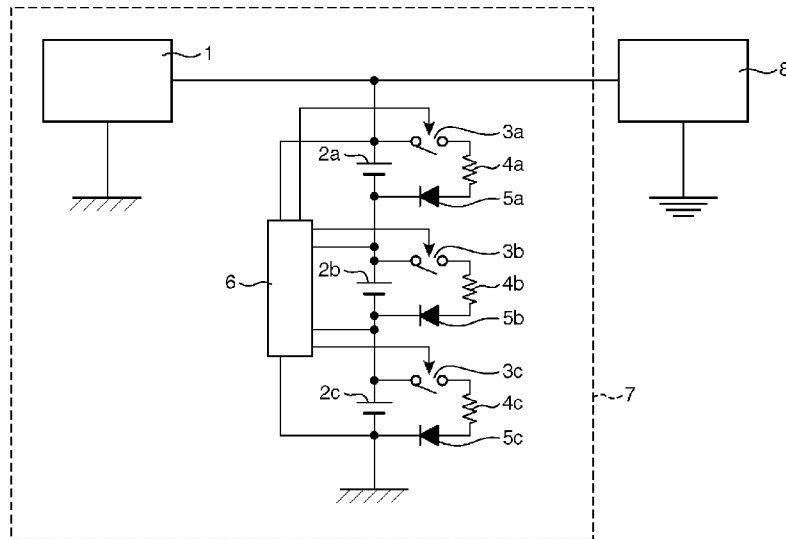
- (51) 国際特許分類:
H01M 10/44 (2006.01) H02J 7/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/069162
- (22) 国際出願日: 2007年10月1日 (01.10.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-152305 2007年6月8日 (08.06.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 5718501 大阪府門真市大字門真1006番地
Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青木 護 (AOKI, Mamoru). 杉山 茂行 (SUGIYAMA, Shigeyuki). 鈴木 剛平 (SUZUKI, Kohei).
- (74) 代理人: 小谷 悦司, 外 (KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号ニテメンビル2階 Osaka (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: POWER SYSTEM AND ASSEMBLED BATTERY CONTROLLING METHOD

(54) 発明の名称: 電源システムおよび組電池の制御方法

[図1]



(57) Abstract: A power system comprises an assembled battery in which a plurality of unit cells are connected in series and which supplies power from the series circuit of the unit cells to a device, a power generator for parallely supplying generated power to the assembled battery and the device connected in parallel, a plurality of forced discharge units for forcedly making the plurality of unit cells discharge individually, a cell state detecting unit for detecting the state of each unit cell, and a controller for, when at least one of the plurality of unit cells is detected by the cell state detecting unit to be in a first state showing that the unit cell is not fully charged, making the unit cell, which is detected to be in the first state, discharge until the cell unit is detected to be in a second state in which the state of charge is lower than that in the first state.

(57) 要約: 複数の素電池が直列に接続され、当該素電池の直列回路から電力を機器へ供給する組電池と、前記組電池及び前記機器が並列に接続され、発電された電力を前記組電池及び前記機器へ並列に供給する発電機と、前記複数の素電池を個々に強制放電す

[続葉有]

WO 2008/149475 A1



SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

る複数の強制放電部と、前記各素電池の状態を検出する電池状態検出部と、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、前記強制放電部によって放電させる制御部とを備えた。

明 細 書

電源システムおよび組電池の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は素電池を複数個組み合わせた組電池からなる電源システム、およびこの組電池の制御方法に関する。

背景技術

[0002] ニッケル水素蓄電池やニッケルカドミウム蓄電池などのアルカリ蓄電池、ならびにリチウムイオン二次電池やリチウムポリマー二次電池などの非水電解質二次電池は、鉛蓄電池より単位重量当りのエネルギー密度が高いため、車両や携帯機器などの移動体に具備する電源として注目されている。特に複数の非水電解質二次電池からなる素電池を直列に接続して、単位重量当りのエネルギー密度が高い組電池を構成し、鉛蓄電池に代えてセルスタータ電源（いわゆる、車両の駆動源ではない電源）として車両に搭載すれば、レース用途などにおいて有望と考えられる。

[0003] このようなセルスタータ電源は、始動時は大電流で放電する一方で、車両の運転時には、発電機から送られる電流を受け入れて充電される。また、例えばエンジンの回転数が高く、負荷回路の消費電力より発電機の発電量が多いときは、組電池が充電されて余剰電力が吸収されることで、過剰な電力が負荷回路へ供給されて負荷回路が損傷することを防止している。

[0004] 他方、例えばブレーキがかかるなどしてエンジン回転数が低下し、負荷回路の消費電力より発電機の発電量が少なくなったときは、組電池が放電することで電力の不足が補われて、負荷回路への電力供給が維持される。

[0005] このように、車両用の電源として用いられる蓄電池は、車両に搭載されている発電機によって、充電される。そして、車両に搭載された発電機の発電量は、車両の走行状態に応じて変動する。そのため、車両用の電源として用いられる蓄電池は、常時、余剰電力を充電可能な状態に保たれている必要がある。

[0006] 従来、このような車両用の電源として一般的に用いられている鉛蓄電池は、不規則に充放電されても電池性能に大きな損傷を来たさない機構を有している。しかし、例

例えばリチウムイオン二次電池等の非水電解質二次電池は反応機構の関係上、過充電に適さない。具体的には充電深さ(SOC)が100%に近い、いわゆる満充電の状態では発電機からの充電を受け入れて過充電になると、非水電解質を含む電解液の分解や過充電による正極活物質の不安定化などによって、安全上支障のある状態に陥ることになる。

[0007] 車両用の電源として非水電解質二次電池を用いる技術は、電気自動車(ハイブリッド形式のものを含む)の駆動源を中心に開発された経緯がある。電気自動車用の駆動源においては、組電池を構成する素電池間の充電深さ(SOC)のバラツキ、いわゆるアンバランスの発生が問題となる。また、このようなアンバランスの発生は、電気自動車用の駆動源として用いられる組電池に限らず、非水電解質二次電池等の蓄電池が直列接続された組電池において、問題となる。

[0008] 具体的には、素電池を複数個直列して電圧の高い組電池を構成する。そうすると、組電池としては充電を継続しても問題のないSOC領域であっても、アンバランスが生じると、他の素電池と比べてSOCが大きい素電池は過充電に陥る可能性がある。そこで特許文献1のように、複数の素電池のSOCのバラツキを検知した上で、バラツキが大きい特定の素電池を放電して素電池間のSOCのバラツキを小さくする技術が知られている。

[0009] 特許文献1の技術には、複数の素電池のSOCのバラツキを検知する過程と、バラツキが大きい特定の素電池を放電する過程が存在する。SOCのバラツキを検知する過程においては、SOCに対するOCV(Open circuit voltage)の変化率が大きくなる領域、すなわちSOCが100%の近傍のときにバラツキを検出し、バラツキが大きい特定の素電池を放電して素電池間のSOCのバラツキを小さくするようになっている。

[0010] しかしながら、特許文献1の技術のように、SOCが100%の近傍になってからバラツキを検出する方式では、バラツキを解消する前に、必ずSOCが100%の近傍になる状態が存在する。SOCが100%の近傍となった状態で非水電解質二次電池に余剰電力が充電されると、SOCが100%を超えて、過充電になってしまう。

[0011] あるいは、SOCが100%の近傍となることで、組電池のOCVが上昇して発電機の実出力電圧と等しくなったり、組電池の過充電を防止するために組電池の充放電経路

を遮断したりすると、組電池が発電機の余剰電力を吸収できないために、発電機からの電流が車載された他の電動機器(ランプやカーステレオ、カークーラーなど)に過度に供給されて、これらの電動機器を故障させる虞がある。

特許文献1:特開2000-092732号公報

発明の開示

- [0012] 本発明の目的は、複数の素電池からなる組電池において、この素電池が満充電になって発電機の余剰電力を吸収できなくなる前に、素電池を放電させて余剰電力を吸収できる余裕を確保することができる電源システムおよび組電池の制御方法を提供することである。
- [0013] 本発明の一局面に従う電源システムは、複数の素電池が直列に接続され、当該素電池の直列回路から電力を機器へ供給する組電池と、前記組電池及び前記機器が並列に接続され、発電された電力を前記組電池及び前記機器へ並列に供給する発電機と、前記複数の素電池を個々に強制放電する複数の強制放電部と、前記各素電池の状態を検出する電池状態検出部と、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、前記強制放電部によって放電させる制御部とを備える。
- [0014] また、本発明の一局面に従う組電池の制御方法は、複数の素電池が直列に接続された組電池から電力を機器へ供給する組電池の制御方法であって、発電機が、発電した電力を、前記組電池及び前記機器へ並列に供給するステップと、複数の強制放電部が、前記複数の素電池を個々に強制放電するステップと、電池状態検出部が、前記各素電池の状態を検出するステップと、制御部が、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、前記強制放電部によって放電させるステップとを含む。

- [0015] この構成によれば、組電池及び前記機器が並列に接続され、発電機により発電された電力が、組電池及び機器へ並列に供給されることで、組電池の充電と、機器の駆動電力供給とが行われる。そして、発電機によって、機器の消費電力を超えて発電された余剰電力が組電池に充電され、電池状態検出部によって、各素電池のうちいずれかが満充電に満たない第1状態であることが検出されたとき、強制放電部によって、当該素電池が第1状態より充電深度が低い第2状態になるまで放電される。
- [0016] 従って、各素電池が満充電になった状態でさらに発電電力が充電されて過充電になったり、素電池が満充電になって発電機の余剰電力を吸収できなくなったりする前に、素電池を放電させて余剰電力を吸収できる余裕を確保することができる。
- [0017] また、素電池毎に第1状態の検出が行われるので、組電池を構成する各素電池間のアンバランスにより、組電池全体としては満充電に満たない状態においても、素電池毎に、各素電池が満充電になった状態でさらに発電電力が充電されて過充電になったり、素電池が満充電になって発電機の余剰電力を吸収できなくなったりする前に素電池を放電させることで、すべての素電池において、余剰電力を吸収できる余裕を確保することができる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の一実施形態に係る電源システムの一例を説明するためのブロック図である。
- [図2]図1に示す電源システムにおける、組電池、スイッチ、抵抗、ダイオード、及び制御部の拡大図である。
- [図3]素電池の一例であるリチウムイオン二次電池の、常温における初期の充放電挙動の一例を示す説明図である。
- [図4]他の実施形態に係る電源システムにおける組電池、スイッチ、抵抗、ダイオード、電流検出用抵抗、及び制御部の拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0019] 以下、本発明を実施するための最良の形態について、図を用いて説明する。
- [0020] 第1の実施形態に係る電源システムは、複数の素電池が直列に接続され、当該素電池の直列回路から電力を機器へ供給する組電池と、前記組電池及び前記機器が

並列に接続され、発電された電力を前記組電池及び前記機器へ並列に供給する発電機と、前記複数の素電池を個々に強制放電する複数の強制放電部と、前記各素電池の状態を検出する電池状態検出部と、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、前記強制放電部によって放電させる制御部とを備えた電源システムである。

[0021] この構成によれば、組電池及び前記機器が並列に接続され、発電機により発電された電力が、組電池及び機器へ並列に供給されることで、組電池の充電と、機器の駆動電力供給とが行われる。そして、発電機によって、機器の消費電力を超えて発電された余剰電力が組電池に充電され、電池状態検出部によって、各素電池のうちいずれかが満充電に満たない第1状態であることが検出されたとき、強制放電部によって、当該素電池が第1状態より充電深度が低い第2状態になるまで放電される。

[0022] 従って、各素電池が満充電になった状態でさらに発電電力が充電されて過充電になったり、素電池が満充電になって発電機の余剰電力を吸収できなくなったりする前に、素電池を放電させて余剰電力を吸収できる余裕を確保することができる。

[0023] また、素電池毎に第1状態の検出が行われるので、組電池を構成する各素電池間のアンバランスにより、組電池全体としては満充電に満たない状態においても、素電池毎に、各素電池が満充電になった状態でさらに発電電力が充電されて過充電になったり、素電池が満充電になって発電機の余剰電力を吸収できなくなったりする前に素電池を放電させることで、すべての素電池において、余剰電力を吸収できる余裕を確保することができる。

[0024] また、前記電池状態検出部は、前記各素電池の状態として、各素電池の電圧を検出し、前記第1状態は、前記素電池の電圧が、当該素電池が満充電になったときの電圧より低い電圧に予め設定された強制放電開始電圧 V_a になった状態であり、前記第2状態は、前記素電池の電圧が、前記強制放電開始電圧 V_a より低い電圧に予め設定された強制放電終了電圧 V_b になった状態としてもよい。

- [0025] すなわち、素電池を複数個組み合わせてなる組電池と、この組電池を充電させることができる発電機とを含む電源システムであって、素電池を個々に強制放電させることができる複数の強制放電部と、個々に測定した素電池の電圧が強制放電開始電圧 V_a に達したときに、強制放電部を用いて強制放電終了電圧 V_b に達するまで素電池を個々に強制放電させる制御部とを備えるようにしてもよい。
- [0026] この構成によれば、強制放電開始電圧 V_a が、素電池が満充電になったときの端子電圧より低い電圧に予め設定されている。そして、発電機によって、機器の消費電力を超えて発電された余剰電力が組電池に充電され、電池状態検出部によって、素電池の端子電圧が強制放電開始電圧 V_a に達したことが検出されると、当該端子電圧が強制放電開始電圧 V_a に達した素電池が、強制放電部によって、端子電圧が強制放電終了電圧 V_b に低下するまで放電される。
- [0027] この場合、電池状態検出部は、各素電池の端子電圧によって、第1及び第2状態を検出することが出来るので、電池状態検出部を簡素化することが容易である。
- [0028] 第2の実施形態に係る電源システムは、第1の実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電部を、抵抗とダイオードとからなる強制放電回路と、制御部からの指令に基づいて素電池をこの強制放電回路と繋ぐスイッチとで構成した電源システムである。
- [0029] 前記各強制放電部は、抵抗とダイオードとの直列回路が、前記各素電池と並列に接続されると共に、当該各素電池の放電電流が前記ダイオードの順方向となる方向に当該ダイオードが接続された強制放電回路と、前記強制放電回路と直列に接続され、前記制御部からの指令に基づいて、前記強制放電回路と前記素電池との接続を開閉するスイッチとを備えている。
- [0030] この構成によれば、制御部は、各素電池と並列に接続された強制放電部におけるスイッチをオンさせることで、各素電池を個別に放電させることが出来る。また、ダイオードが、それぞれ対応する素電池の放電電流を流す方向に接続されていることにより、以下の効果が得られる。
- [0031] まず、ダイオードの第1の効果として、スイッチがオンすることにより、ある素電池が強制放電されているときに、他の素電池から機器へ供給される電流が、当該スイッチ

がオンしている強制放電回路を流れることが阻止される。もし仮に、強制放電回路がダイオードを備えていなければ、スイッチがオンした場合、他の素電池から機器へ供給される電流が強制放電回路を流れる結果、当該強制放電回路の抵抗で、電力損失を生じてしまう。しかしながら、強制放電回路は、ダイオードを備えることにより、スイッチがオンしても、他の素電池から機器へ供給される電力が抵抗で消費されることを抑制することができる。

[0032] 次に、ダイオードの第2の効果として、もし仮に、強制放電回路がダイオードを備えていなければ、制御部やスイッチが故障して、スイッチをオフすることが出来なくなったとき、当該スイッチを含む強制放電回路と並列に接続された素電池は、端子電圧が0Vになるまで強制放電されて、過放電状態になってしまう。しかしながら、強制放電回路がダイオードを備えることにより、スイッチをオフすることが出来なくなったとしても、当該素電池の放電は、ダイオードの順方向電圧降下によって制限される。ダイオードの順方向電圧降下は、0.4V～1.0V程度のものが入手可能なので、ダイオードの順方向電圧降下を適宜設定することにより、故障でスイッチがオフ出来なくなったときに、素電池が過放電されて劣化するおそれを低減することが出来る。

[0033] 第3の実施形態に係る電源システムは、第1又は第2の実施形態に係る電源システムにおいて、素電池として非水電解質二次電池を用いた電源システムである。非水電解質二次電池は、鉛蓄電池より単位重量当りのエネルギー密度が高いので、電源システムの小型化、高容量化が容易である。一方で非水電解質二次電池は、鉛蓄電池より、過充電になった場合のデメリットが大きい。しかしながら、第3の実施形態に係る電源システムによれば、素電池として用いられる非水電解質二次電池が、満充電になる前に放電されるので、非水電解質二次電池が過充電になるおそれを低減しつつ、電源システムの小型化、高容量化を図ることが容易となる。

[0034] 図1は、上述の第1～第3の実施形態、及び後述する第4～第15の実施形態に係る電源システムの構成の一例を説明するための説明図である。図1に示す電源システム7は、例えば車載用のセルスタータ電源である。図2は、図1に示す電源システム7における、組電池、スイッチ、抵抗、ダイオード、及び制御部の拡大図である。

[0035] 電源システム7は、発電機1と、素電池2a、2bおよび2cが直列に接続された組電池

20と、素電池2a、2bおよび2cを個々に強制放電させることができる複数の強制放電部と、個々に測定した素電池2a、2bおよび2cの電圧を測定しつつこれらの素電池の電圧が強制放電開始電圧Vaに達したときに強制放電部を用いて強制放電終了電圧Vbに達するまで素電池を個々に強制放電させる制御部6とを備えている。なお、各素電池は、それぞれ複数の素電池が並列接続されたものであってもよい。

[0036] 制御部6は、例えば、電圧検出回路61(電池状態検出部)、マイクロコンピュータ、及び論理回路等を用いて構成された制御回路である。電圧検出回路61は、例えば、素電池2a、2b、2cの端子電圧を検出するAD(アナログデジタル)コンバータやコンパレータ等を用いて構成されている。

[0037] また、強制放電部は、強制放電回路と、制御部6からの指令に基づいて素電池2a、2b、2cを強制放電回路と繋ぐスイッチ3a、3b、3cとを備えている。さらに強制放電回路は、抵抗4a、4b、4cと、ダイオード5a、5b、5cとを備えている。スイッチ3a、3b、3cは、例えばFET(Field Effect Transistor)等のスイッチング素子によって、構成されている。

[0038] なお、素電池の数は3個に限られず、抵抗、ダイオード、及びスイッチも、素電池と同数であればよい。

[0039] そして、スイッチ3aと抵抗4aとダイオード5aとの直列回路が、素電池2aと並列に接続されている。スイッチ3bと抵抗4bとダイオード5bとの直列回路が、素電池2bと並列に接続されている。スイッチ3cと抵抗4cとダイオード5cとの直列回路が、素電池2cと並列に接続されている。また、ダイオード5a、5b、5cは、それぞれカソードが素電池2a、2b、2cの負極に接続される方向にされている。

[0040] また、負荷の一例である車載機器8が、電源システム7に接続されている。車載機器8は、例えば車両のエンジンを始動させるためのセルスタータや、ライト、カーナビゲーション装置等の負荷装置である。そして、組電池20の正極、すなわち素電池2aの正極が、車載機器8に接続されて、組電池20の放電電流が車載機器8へ供給されるようになっている。

[0041] 発電機1は、例えば車両に搭載され、エンジンの回転運動によって発電を行う定電圧仕様の発電機である。そして、発電機1の電圧出力端子が、素電池2aの正極及び

車載機器8に接続される。この場合、発電機1からみて組電池と車載機器8とが並列に接続される。そして、発電機1で発電された電圧が、組電池20及び車載機器8へ並列に供給される。

[0042] これにより、発電機1の発電電力に余剰があるときは、組電池20の両端に、発電機1で発電された電圧が印加されて、組電池20が定電圧充電されるようになっている。また、発電機1の発電電力が不足するときは、組電池から車載機器8へ電力が供給されるようになっている。

[0043] 以降、発電機1として定電圧仕様のものを用い、かつ素電池2a、2bおよび2cとして非水電解質二次電池(具体的にはリチウムイオン二次電池)を用いた場合について詳述する。

[0044] 図3は正極活物質としてコバルト酸リチウムを用い、負極活物質として黒鉛を用いたリチウムイオン二次電池を、定電圧仕様の発電機で充電した場合の充電挙動を示す図である。図中、素電池1つ当りの定格電圧が、3.8Vの場合を示すグラフを符号A、3.9Vの場合を示すグラフを符号B、4.0Vの場合を示すグラフを符号C、4.1Vの場合を示すグラフを符号D、4.2Vの場合を示すグラフを符号Eで記した。

[0045] 発電機1は、一定の電流で定格電圧に達するまでリチウムイオン二次電池を充電し、電流を減衰させながらリチウムイオン二次電池を定電圧充電する。例えば図3の符号Bで示すグラフのように、発電機1の出力定格電圧がリチウムイオン二次電池1個当たり3.9Vの場合、SOC(素電池1つ当りの定格電圧が3.9Vの充電容量を素電池1つ当りの定格電圧が4.2Vの充電容量で除した値)は73%となるが、符号Dで示すグラフのように、発電機の定格電圧がリチウムイオン二次電池1個当たり4.1Vの場合、SOCは91%となる。(表1)は図3を基にして、リチウムイオン二次電池(素電池)1個当りの発電機の定格電圧(各素電池の端子電圧)とSOCとの関係を示したものである。

[0046] [表1]

素電池1つ当りの 発電機の定格電圧 (V)	4.2	4.15	4.1	4.05	4.0	3.95	3.9	3.85	3.8
SOC (%)	100	95.5	91	86.5	82	77.5	73	68.5	64

[0047] リチウムイオン二次電池は、充電後のSOCが100%近傍になると、非水電解質を

含む電解液の成分(主にカーボネート)が分解しやすくなる。第3の実施形態においては、このような状態のリチウムイオン二次電池に対し、発電機1からさらに充電電流が供給されることを避けるため、充電後のSOCが100%近傍を示す電圧よりもやや低い領域に強制放電開始電圧 V_a を設定しつつ、制御部6が個々のリチウムイオン二次電池の電圧を逐次測定し、発電機1からの充電によっていずれかのリチウムイオン二次電池の電圧が強制放電開始電圧 V_a に達したときに、制御部6の指令に基づき該当するリチウムイオン二次電池の電圧が強制放電終了電圧 V_b に達するまで、強制放電部を用いて強制放電する。

[0048] 引続き、素電池2aが最初に強制放電開始電圧 V_a に達した場合を例として、本発明に係る電源システムの動作の一例を説明する。

[0049] 制御部6は、電圧検出回路61によって、組電池20を構成する素電池2a、2bおよび2cの電圧を、逐次個々に測定している。発電機1から組電池20へは不定期に、充電電流が供給される。ここで何らかの要因(例えば電池に含まれる活物質の重量差など)で素電池2aが、素電池2bおよび2cよりもSOCが高くなって早く強制放電開始電圧 V_a に達すると、制御部6からの指令に基づいて、スイッチ3bおよび3cはオフのままスイッチ3aがオンになる。そうすると、組電池20自体には充電電流が供給される状態が維持されたまま、素電池2aのみが抵抗4aとダイオード5aとからなる強制放電回路を通じて、強制放電終了電圧 V_b に達するまで強制放電されて、SOCが低下する。強制放電が終了すると、制御部6の指令に基づいてスイッチ3aがオフになり、素電池2aは発電機1からの充電の受入れが可能な状態となる。

[0050] また、素電池2aが強制放電されている間も、素電池2bおよび2cは、端子電圧が強制放電開始電圧 V_a 未満であって、まだ電池容量に余裕がある状態であり、発電機1からの充電の受入れが可能な状態にされているので、充電電流が、組電池20で吸収できなくなって、車載機器8に過剰に供給されることはない。さらに素電池2aの強制放電が終了した後、素電池2bあるいは2cが強制放電開始電圧 V_a に達して強制放電を開始しても、少なくとも素電池2aには、先の強制放電により電池容量に余裕が生じているので、発電機1からの充電の受入れが可能な状態となる結果、充電電流が車載機器8に過剰に供給されることはない。

- [0051] 第4の実施形態に係る電源システムは、第3の実施形態に係る電源システムにおいて、非水電解質二次電池の正極の活物質にコバルトを含むリチウム複合酸化物を用いる。コバルト酸リチウムなどのコバルトを含むリチウム複合酸化物を正極の活物質に用いることで非水電解質二次電池の放電電圧が高くなり、エネルギー密度を高めやすくなる。
- [0052] 第5の実施形態に係る電源システムは、第3又は第4の実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電開始電圧 V_a （第1状態を示す電圧）を素電池1つ当たり4.05V以上4.15V以下とした。図3および(表1)からも明らかなように、強制放電開始電圧 V_a を素電池1つ当たり4.05V未満に設定すると、素電池の充電受入れ量が過少になるので好ましくない。また、素電池1つ当たり4.15Vを超えて設定すると、過充電領域に近づくまで素電池の強制放電が始まらないので好ましくない。
- [0053] 第6の実施形態に係る電源システムは、第3～第5のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電終了電圧 V_b （第2状態を示す電圧）を素電池1つ当たり3.85V以上3.95V以下とした。図3および(表1)からも明らかなように、強制放電終了電圧 V_b を素電池1つ当たり3.85V未満に設定すると、強制放電する電気量が過剰になり(1回当りの強制放電時間が長くなり)充電器1からの充電電流を常に数少ない素電池で受け入れることになるので好ましくない。また、素電池1つ当たり3.95Vを超えて設定すると、素電池の充電受入れ量が過少になるので好ましくない。
- [0054] 表1に示すように、素電池1つ当りの端子電圧が4.15Vのとき、SOCは95.5%となり、素電池1つ当りの端子電圧が4.05Vのとき、SOCは86.5%となる。従って、前記第1状態は、前記素電池の充電深度が、86.5%以上95.5%以下の範囲にあることを示す状態であり、前記第2状態は、前記素電池の充電深度が、68.5%以上77.5%以下の範囲にあることを示す状態である。
- [0055] 第7の実施形態に係る電源システムは、第1～第6のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電開始電圧 V_a と強制放電終了電圧 V_b とから強制放電に要する電気量を算出し、一定の電流値で一定時間の強制放電を行うようにした。
- [0056] 前記制御部は、前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの電圧が、前記強制放電開始電圧 V_a になったとき、前記素電池

の電圧を前記強制放電開始電圧Vaから前記強制放電終了電圧Vbまで低下させるための放電電気量として予め設定された設定放電電気量を、前記強制放電部によって、当該強制放電開始電圧Vaになった素電池から、予め設定された一定の電流値による予め設定された一定時間の放電により放電させる。

[0057] この構成によれば、素電池の強制放電中に、機器への大電流放電が生じて素電池の電圧が強制放電終了電圧Vbまで低下した場合であっても、素電池の電圧低下とは無関係に強制放電が継続するので、他の素電池より充電深度が大きい素電池を、他の素電池よりも設定放電電気量だけ余分に放電させてアンバランスを低減する確実性を向上させることができる。

[0058] また、図1に示す電源システム7によれば、スイッチ3a、3b、3cをオンさせることにより、素電池2a、2b、2cを、抵抗4a、4b、4cを介してほぼ一定の電流で放電させることができる。

[0059] また、前記電池状態検出部は、前記各素電池の状態として、各素電池の電圧を検出し、前記第1状態は、前記素電池の電圧が、当該素電池が満充電になったときの電圧より低い電圧に予め設定された強制放電開始電圧Vaになった状態であり、前記第2状態は、前記素電池の電圧が、前記強制放電開始電圧Vaより低い電圧に予め設定された強制放電終了電圧Vbになった状態であり、前記制御部は、前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの電圧が、前記強制放電開始電圧Vaになったとき、前記スイッチをオンすることにより前記素電池の電圧を前記強制放電開始電圧Vaから前記強制放電終了電圧Vbまで低下させるための時間として予め設定された設定時間の間、当該強制放電開始電圧Vaになった素電池と並列に接続された強制放電回路におけるスイッチをオンするようにしてもよい。

[0060] スwitch 3a、3b、3cをオンさせた場合、素電池2a、2b、2cは、ほぼ一定の電流で放電されるものの、放電に伴う電圧低下によって、放電電流が低下するので、厳密には放電電流は一定とはならない。そこで、例えばスイッチ3a、3b、3cをオンして素電池2a、2b、2cの電圧を強制放電開始電圧Vaから強制放電終了電圧Vbまで低下させるために必要な時間を、予め実験的に測定しておき、これを設定時間として用いる

ことで、より精度よく強制放電を行うことが可能となる。

- [0061] 以下、図3および(表1)に基づき、強制放電開始電圧 V_a を4.1V、強制放電終了電圧 V_b を3.9Vに設定した場合を想定して、第7の実施形態に係る電源システムについて詳述する。素電池2a、2bおよび2cのいずれかの電圧が4.1Vに達したとき、この素電池の電圧が3.9Vに達するまで逐次電圧を測定しながら強制放電するよりも、(表1)に示す関係をあらかじめ制御部6に把握させて、SOCの差から素電池を強制放電させる電気量(この場合は18%)を把握し、発電機からの充電や車載機器への放電とは関係なく、例えば5時間率で54分間強制放電するように制御部6がタイマー制御することにより、簡便かつ正確に素電池を強制放電させることができる。
- [0062] この態様は、車載機器8に大電流で放電して閉回路電圧が極度に低下する(素電池の抵抗に相応して、実際の素電池のSOCに相応する開回路電圧よりも極度に低い電圧を示す)場合などに有効である。
- [0063] すなわち、素電池の電圧が3.9Vに達するまで逐次電圧を測定しながら強制放電する場合、素電池の強制放電中に車載機器8への大電流放電が生じて端子電圧が3.9Vに低下すると、当該素電池を十分に強制放電できていないにもかかわらず、強制放電が終了してしまうおそれがある。
- [0064] しかしながら、第7の実施形態に係る電源システムによれば、一旦強制放電が開始されると、当該素電池の電圧を強制放電開始電圧 V_a から強制放電終了電圧 V_b まで低下させるための放電電気量として予め設定された設定放電電気量が、タイマー制御により放電されるので、車載機器8への放電の有無に関わらず、設定放電電気量を放電させて、充電受け入れ可能な電気容量の余裕を確保することができる。
- [0065] 第8の実施形態に係る電源システムは、複数の素電池が直列に接続され、当該素電池の直列回路から電力を機器へ供給する組電池と、前記組電池及び前記機器が並列に接続され、発電された電力を前記組電池及び前記機器へ並列に供給する発電機と、前記複数の素電池を個々に強制放電する複数の強制放電部と、前記各素電池の状態を検出する電池状態検出部と、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、当該第1状態であることが検知された素電池を、

前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、前記強制放電部によって放電させる制御部とを備える。

[0066] また、素電池を複数個組み合わせてなる組電池と、この組電池を充電させることができる発電機とを含む電源システムであって、素電池を個々に強制放電させることができる複数の強制放電部と、個々に把握した素電池の充電深度が強制放電開始深度Caに達したときに、強制放電部を用いて強制放電終了深度Cbに達するまで素電池を個々に強制放電させる制御部とを備える。

[0067] そして、前記電池状態検出部は、前記各素電池の状態として、各素電池の充電深度を検出し、前記第1状態は、前記素電池の充電深度が、満充電に満たない充電深度に予め設定された強制放電開始深度Caになった状態であり、前記第2状態は、前記素電池の充電深度が、前記強制放電開始深度Caに満たない充電深度として予め設定された強制放電終了深度Cbになった状態である。

[0068] この構成によれば、強制放電開始深度Caが、満充電に満たない充電深度に予め設定されている。そして、発電機によって、機器の消費電力を超えて発電された余剰電力が組電池に充電され、電池状態検出部によって、素電池の充電深度が強制放電開始深度Caに達したことが検出されると、当該強制放電開始深度Caに達した素電池が、強制放電部によって、強制放電終了深度Cbに低下するまで放電される。

[0069] この場合、電池状態検出部は、各素電池の端子電圧から間接的に各素電池の充電深度を検出するのではなく、各素電池の充電深度を直接検出することができるので、制御部は、強制放電部による放電動作の制御精度を向上させることが出来る。

[0070] 第9の実施形態に係る電源システムは、第8の実施形態に係る電源システムにおいて、素電池の充電深度を初期の充電挙動から算出するようにした。そして、前記電池状態検出部は、前記各素電池に流れる充放電電流を検出する電流検出部と、当該各素電池毎に、前記電流検出部によって検出された充電電流の加算と放電電流の減算とを累積的に行うことにより、前記各素電池の充電深度を算出する充電深度算出部とを備える。

[0071] この構成によれば、各素電池毎に、充電電流の加算と放電電流の減算とを累積的に行うことにより、実際に各素電池に充電されている電荷量を算出し、各素電池の充

電深度を算出することができるので、充電深度の検出精度を向上させることができる。

- [0072] また、前記電流検出部は、前記複数の素電池とそれぞれ直列接続された複数の電流検出用抵抗と、前記各電流検出用抵抗の両端電圧を、前記各素電池に流れる充放電電流を示す信号として取得する電流信号検出部とを備え、前記各強制放電回路は、前記複数の、素電池と電流検出用抵抗との直列回路と、それぞれ並列に接続されている。
- [0073] この構成によれば、各素電池に充放電電流が流れると、充放電電流に応じた電圧降下が各電流検出用抵抗に生じる。このとき、各強制放電回路は、素電池と電流検出用抵抗との直列回路と並列に接続されているので、強制放電回路によって放電された電流は、各電流検出用抵抗のうち、当該強制放電回路により強制放電された素電池と直列接続されている電流検出用抵抗にのみ流れる。
- [0074] これにより、各電流検出用抵抗に生じる電圧降下、すなわち各電流検出用抵抗の両端電圧は、各素電池を個別に流れる充放電電流を示す信号となる。従って、電流信号検出部は、各電流検出用抵抗の両端電圧を、各素電池に流れる充放電電流を示す信号として取得することにより、各素電池に流れる充放電電流を検出することができる。
- [0075] 第10の実施形態に係る電源システムは、第8又は第9のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電部を、抵抗とダイオードとからなる強制放電回路と、制御部からの指令に基づいて素電池をこの強制放電回路と繋ぐスイッチとで構成したものである。
- [0076] 第11の実施形態に係る電源システムは、第8～第10のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、素電池として非水電解質二次電池を用いたものである。
- [0077] 図4は、第8～第15のいずれかの実施形態に係る電源システムにおける組電池20a、スイッチ3a、3b、3c、抵抗4a、4b、4c、ダイオード5a、5b、5c、電流検出用抵抗Ra、Rb、Rc、及び制御部6aの拡大図である。
- [0078] 図4に示す組電池20a、及び制御部6aは、図2に示す組電池20、及び制御部6と構成が異なる。第8～第15の実施形態に係る電源システムにおけるその他の構成は

、図1に示す電源システム7と同様であるので、その説明を省略する。

- [0079] 図4に示す組電池20aは、電流検出用抵抗Raと素電池2aとが直列接続され、素電池2aが、電流検出用抵抗Rbを介して素電池2bと直列接続されている。そして、素電池2bが、電流検出用抵抗Rcを介して素電池2cと直列接続されている。電流検出用抵抗Ra, Rb, Rcは、いわゆるシャント抵抗である。
- [0080] そして、電流検出用抵抗Raと素電池2aとの直列回路が、スイッチ3a、抵抗4a、及びダイオード5aの直列回路と並列に接続されている。また、電流検出用抵抗Rbと素電池2bとの直列回路が、スイッチ3b、抵抗4b、及びダイオード5bの直列回路と並列に接続されている。さらに、電流検出用抵抗Rcと素電池2cとの直列回路が、スイッチ3c、抵抗4c、及びダイオード5cの直列回路と並列に接続されている。
- [0081] 図4に示す制御部6aは、図2に示す制御部6とは、電流信号検出部62と充電深度算出部63とをさらに備える点で異なる。この場合、電流検出用抵抗Ra, Rb, Rc、及び電流信号検出部62が、電流検出部の一例に相当している。
- [0082] 電流信号検出部62は、例えば、電流検出用抵抗Ra, Rb, Rcの両端電圧を、それぞれデジタル値に変換するADコンバータを用いて構成されている。また、例えば制御部6aが備えるマイクロコンピュータが、所定の制御プログラムを実行することにより、充電深度算出部63として機能するようになっている。
- [0083] また、制御部6aは、例えば表1に示すように、素電池2a, 2b, 2c一つあたりの端子電圧とSOCとを対応付けたLUT(Look Up Table)を、ROM(Read Only Memory)等の記憶素子を用いて記憶している。
- [0084] そして、例えば製造時に組電池20aと制御部6aとが接続されて制御部6aが起動されると、制御部6aは、電圧検出回路61によって検出される素電池2a, 2b, 2cの各端子電圧を取得する。そして、制御部6aは、上記LUTを参照して、素電池2a, 2b, 2cの各端子電圧を、素電池2a, 2b, 2cのSOCに変換する。
- [0085] 充電深度算出部63は、このようにして得られたSOCを、素電池2a, 2b, 2cのSOCの初期値として例えばRAM(Random Access Memory)やEEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)等の記憶素子に記憶させる。そして、充電深度算出部63は、以後、素電池

2a, 2b, 2cそれぞれについて、電流信号検出部62によって検出された充電電流の加算と放電電流の減算とを累積的に行うことにより、素電池2a, 2b, 2cの充電深度を算出する。

- [0086] リチウムイオン二次電池などの非水電解質二次電池は、充放電を繰り返すと、正極あるいは負極の活物質の劣化などによって、充電電圧とSOCとの関係が変化する傾向がある。そのため、上述の制御部6のように、強制放電開始電圧 V_a と強制放電終了電圧 V_b とに基づいて、強制放電の開始と終了とを制御すると、意図した充電深度とは異なる充電深度で、強制放電の開始と終了とがなされるおそれがある。
- [0087] そこで、上述したように、(表1)に対応して素電池2a, 2b, 2cの初期のSOCを制御部6aに記憶させ、以降はその初期値から積算した充放電電気量に基づいて素電池2a, 2bおよび2cのSOCを逐次求める。そして、素電池2a, 2bおよび2cの充電深度が強制放電開始深度 C_a に達したときに、スイッチ3a, 3b, 3c及び抵抗4a, 4b, 4c(強制放電部)を用いて強制放電終了深度 C_b に達するまで素電池2a, 2bおよび2cを個々に強制放電させる。
- [0088] これにより、充放電の繰り返しによる端子電圧とSOCとの関係の変化とは無関係に算出したSOCに基づき、素電池2a, 2b, 2cの充放電を行うことができるので、素電池2a, 2b, 2cの充電深度を、意図した充電深度、すなわち発電機1からの充電を受け入れるための余裕を残した充電深度に維持する精度を向上することができる。
- [0089] なお第8～10の実施形態に係る電源システムの構成および動作は、制御部6と制御部6aとの制御の差異(強制放電を開始あるいは終了するタイミングをSOC値で設定したこと)、及び電流検出用抵抗 R_a , R_b , R_c が追加されていることを除き、第1～2の実施形態に係る電源システムの構成および動作と同様である。また、SOCの算出方法としては、素電池2a, 2bおよび2cにそれぞれ対応させたシャント抵抗から逐次、充放電電流値を読み取って制御部6aに送信し、充放電電気量を積算してSOCに換算する方法などが挙げられる。
- [0090] 第12の実施形態に係る電源システムは、第11の実施形態に係る電源システムにおいて、非水電解質二次電池の正極の活物質にコバルトを含むリチウム複合酸化物を用いたものである。第12の実施形態に係る電源システムの構成および効果は、第

4の実施形態に係る電源システムに述べたものと同様である。

- [0091] 第13の実施形態に係る電源システムは、第8～第12のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電開始深度Caを素電池1つ当たり86.5%以上95.5%以下としたものである。(表1)からも明らかなように、強制放電開始深度Caを86.5%未満に設定すると、素電池の充電受入れ量が過少になるので好ましくなく、95.5%を超えて設定すると、過充電領域に近づくまで素電池の強制放電が始まらないので好ましくない。
- [0092] 第14の実施形態に係る電源システムは、第8～第13のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電終了深度Cbを素電池1つ当たり68.5%以上77.5%以下としたものである。(表1)からも明らかなように、強制放電終了深度Cbを68.5%未満に設定すると、強制放電する電気量が過剰になり(1回当りの強制放電時間が長くなり)充電器1からの充電電流を常に数少ない素電池で受け入れることになるので好ましくなく、77.5%を超えて設定すると、素電池の充電受入れ量が過少になるので好ましくない。
- [0093] 第15の実施形態に係る電源システムは、第8～第14のいずれかの実施形態に係る電源システムにおいて、強制放電開始深度Caと強制放電終了深度Cbとから強制放電に要する電気量を算出し、一定の電流値で一定時間の強制放電を行うようにしたものである。
- [0094] また、前記制御部は、前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの充電深度が、前記強制放電開始深度Caになったとき、前記素電池の充電深度を前記強制放電開始深度Caから強制放電終了深度Cbまで低下させるための放電電気量として予め設定された設定放電電気量を、前記強制放電部によって、当該強制放電開始深度Caになった素電池から、予め設定された一定の電流値による予め設定された一定時間の放電により放電させる。
- [0095] この構成によれば、素電池の強制放電中に、機器への大電流放電が生じて素電池の電圧が強制放電開始深度Caまで低下した場合であっても、素電池の充放電量とは無関係に強制放電が継続するので、他の素電池より充電深度が大きい素電池を、他の素電池よりも設定放電電気量だけ余分に放電させてアンバランスを低減する確

実性を向上させることができる。

- [0096] この場合、図4に示すスイッチ3a、3b、3cをオンさせることにより、素電池2a、2b、2cを、抵抗4a、4b、4cを介してほぼ一定の電流で放電させることができる。
- [0097] また、前記電池状態検出部は、前記各素電池の状態として、各素電池の充電深度を検出し、前記第1状態は、前記素電池の充電深度が、満充電に満たない充電深度に予め設定された強制放電開始深度Caになった状態であり、前記第2状態は、前記素電池の充電深度が、前記強制放電開始深度Caに満たない充電深度として予め設定された強制放電終了深度Cbになった状態であり、前記制御部は、前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの充電深度が、前記強制放電開始深度Caになったとき、前記スイッチをオンすることにより前記素電池の充電深度を前記強制放電開始深度Caから前記強制放電終了深度Cbまで低下させるための時間として予め設定された設定時間の間、当該強制放電開始深度Caになった素電池と並列に接続された強制放電回路におけるスイッチをオンする。
- [0098] スwitch3a、3b、3cをオンさせた場合、素電池2a、2b、2cは、ほぼ一定の電流で放電されるものの、放電に伴う電圧低下によって、放電電流が低下するので、厳密には放電電流は一定とはならない。そこで、例えばスイッチ3a、3b、3cをオンして素電池2a、2b、2cの充電深度を強制放電開始深度Caから強制放電終了深度Cbまで低下させるために必要な時間を、予め実験的に測定しておき、これを設定時間として用いることで、より精度よく強制放電を行うことが可能となる。
- [0099] 以下、(表1)に基づき、強制放電開始深度Caを91%、強制放電終了深度Cbを73%に設定した場合を想定して、第15の実施形態に係る電源システムについて詳述する。素電池2a、2bおよび2cのいずれかのSOCが91%に達したとき、この素電池のSOCが73%に達するまで逐次SOCを把握しながら強制放電するよりも、素電池を強制放電させる電気量(この場合は18%)をSOCの差から把握し、発電機からの充電や車載機器への放電とは関係なく、例えば5時間率で54分間強制放電するように制御部6がタイマー制御することにより、簡便かつ正確に素電池を強制放電させることができる。
- [0100] 第16の実施形態に係る組電池の制御方法は、素電池を複数個組み合わせてなる

組電池の制御方法であって、個々に測定した素電池の電圧が強制放電開始電圧 V_a に達したときに、強制放電終了電圧 V_b に達するまで素電池を個々に強制放電させる方法である。

- [0101] すなわち、複数の素電池が直列に接続された組電池から電力を機器へ供給する組電池の制御方法であって、発電機が、発電した電力を、前記組電池及び前記機器へ並列に供給するステップと、電池状態検出部が、前記各素電池の状態を検出するステップと、制御部が、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、強制放電部が、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、放電するステップとを含む。
- [0102] 第16の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第1の実施形態において述べたものと同様である。
- [0103] 第17の実施形態に係る組電池の制御方法は、第16の実施形態に係る組電池の制御方法において、抵抗とダイオードとからなる強制放電回路と、強制放電の指令に基づいて素電池をこの強制放電回路と繋ぐスイッチとを用いて、強制放電を行う方法である。第17の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第2の実施形態において述べたものと同様である。
- [0104] 第18の実施形態に係る組電池の制御方法は、第16又は第17の実施形態に係る組電池の制御方法において、素電池として非水電解質二次電池を用いた方法である。第18の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第3の実施形態において述べたものと同様である。
- [0105] 第19の実施形態に係る組電池の制御方法は、第18の実施形態に係る組電池の制御方法において、非水電解質二次電池の正極の活物質にコバルトを含むリチウム複合酸化物を用いた方法である。第19の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第4の実施形態において述べたものと同様である。
- [0106] 第20の実施形態に係る組電池の制御方法は、第18又は第19の実施形態に係る組電池の制御方法において、強制放電開始電圧 V_a を素電池1つ当たり4.05V以上4

．15V以下とした方法である。第20の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第5の実施形態において述べたものと同様である。

[0107] 第21の実施形態に係る組電池の制御方法は、第18～第20のいずれかの実施形態に係る組電池の制御方法において、強制放電終了電圧 V_b を素電池1つ当たり3.85V以上3.95V以下とした方法である。第21の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第6の実施形態において述べたものと同様である。

[0108] 第22の実施形態に係る組電池の制御方法は、第16～第21のいずれかの実施形態に係る組電池の制御方法において、強制放電開始電圧 V_a と強制放電終了電圧 V_b とから強制放電に要する電気量を算出し、一定の電流値で一定時間の強制放電を行うようにした方法である。第22の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第7の実施形態において述べたものと同様である。

[0109] 第23の実施形態に係る組電池の制御方法は、素電池を複数個組み合わせてなる組電池の制御方法であって、個々に把握した素電池の充電深度が強制放電開始深度 C_a に達したときに、強制放電終了深度 C_b に達するまで素電池を個々に強制放電させる方法である。第23の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第8の実施形態において述べたものと同様である。

[0110] 第24の実施形態に係る組電池の制御方法は、第23の実施形態に係る組電池の制御方法において、素電池の充電深度を初期の充電挙動から算出するようにした方法である。第24の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第9の実施形態において述べたものと同様である。

[0111] 第25の実施形態に係る組電池の制御方法は、第23又は第24の実施形態に係る組電池の制御方法において、抵抗とダイオードとからなる強制放電回路と、強制放電の指令に基づいて素電池をこの強制放電回路と繋ぐスイッチとを用いて、強制放電を行う方法である。第25の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第10の実施形態において述べたものと同様である。

[0112] 第26の実施形態に係る組電池の制御方法は、第23～第25のいずれかの実施形態に係る組電池の制御方法において、素電池として非水電解質二次電池を用いた方法である。第26の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第11

の実施形態において述べたものと同様である。

- [0113] 第27の実施形態に係る組電池の制御方法は、第26の実施形態に係る組電池の制御方法において、非水電解質二次電池の正極の活物質にコバルトを含むリチウム複合酸化物を用いた方法である。第27の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第12の実施形態において述べたものと同様である。
- [0114] 第28の実施形態に係る組電池の制御方法は、第23～第27のいずれかの実施形態に係る組電池の制御方法において、強制放電開始深度Caを素電池1つ当たり86.5%以上95.5%以下とした方法である。第28の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第13の実施形態において述べたものと同様である。
- [0115] 第29の実施形態に係る組電池の制御方法は、第23～第28のいずれかの実施形態に係る組電池の制御方法において、強制放電終了深度Cbを素電池1つ当たり68.5%以上77.5%以下とした方法である。第29の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第14の実施形態において述べたものと同様である。
- [0116] 第30の実施形態に係る組電池の制御方法は、第23～第29のいずれかの実施形態に係る組電池の制御方法において、強制放電開始深度Caと強制放電終了深度Cbとから強制放電に要する電気量を算出し、一定の電流値で一定時間の強制放電を行うようにした方法である。第30の実施形態に係る組電池の制御方法の構成および効果は、第15の実施形態において述べたものと同様である。
- [0117] なおここでは素電池として非水電解質二次電池(具体的にはリチウムイオン二次電池)を用いた例を示したが、素電池として非水電解質二次電池の中でも電解液をゲル状にしたリチウムポリマー二次電池を用いても、ニッケル水素蓄電池やニッケルカドミウム蓄電池などのアルカリ蓄電池を用いても、同様の結果が得られることはいうまでもない。
- [0118] 本発明の一局面に従う電源システムは、素電池を複数個組み合わせてなる組電池と、この組電池を充電させることができる発電機とを含み、素電池を個々に強制放電させることができる複数の強制放電部と、個々に測定した素電池の電圧が強制放電開始電圧Va(あるいは個々に把握した素電池の充電深度が強制放電開始深度Ca)に達したときに、強制放電部を用いて強制放電終了電圧Vb(あるいは強制放電終了

深度Cb)に達するまで素電池を個々に強制放電させる制御部とを備えた。

[0119] また、本発明の一局面に従う制御方法は、素電池を複数個組み合わせてなる組電池の制御方法であって、個々に測定した素電池の電圧が強制放電開始電圧Va(あるいは個々に把握した素電池の充電深度が強制放電開始深度Ca)に達したときに、強制放電部を用いて強制放電終了電圧Vb(あるいは強制放電終了深度Cb)に達するまで素電池を個々に強制放電させる。

[0120] セルスタータ電源のように、絶え間なく発電機からの充電電流を受け入れる必要のある組電池では、複数の素電池のいずれかが充電受入れが可能な状態である必要がある。一方で、各素電池がそれぞれ過充電を避けうる制御下にあるのなら、SOCのバラツキを危惧し配慮する必要はない。本発明はこのような環境で使用される組電池を前提としてなされたものであって、素電池の電圧が強制放電開始電圧Va(あるいは個々に把握した素電池の充電深度が強制放電開始深度Ca)に達したときに、この素電池を充電受入れが可能な状態(電圧が強制放電終了電圧Vb近傍、あるいはSOCが強制放電終了深度Cb近傍)に達するまで放電して、発電機からの充電に備えられるようにしたものである。

産業上の利用可能性

[0121] 本発明に係る電源システム及び組電池の制御方法は、組電池を用いる種々の機器に用いることができ、特にレース用車両のセルスタータ電源として利用可能性が高い。

請求の範囲

- [1] 複数の素電池が直列に接続され、当該素電池の直列回路から電力を機器へ供給する組電池と、
前記組電池及び前記機器が並列に接続され、発電された電力を前記組電池及び前記機器へ並列に供給する発電機と、
前記複数の素電池を個々に強制放電する複数の強制放電部と、
前記各素電池の状態を検出する電池状態検出部と、
前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、前記強制放電部によって放電させる制御部と
を備えることを特徴とする電源システム。
- [2] 前記各強制放電部は、
抵抗とダイオードとの直列回路が、前記各素電池と並列に接続されると共に、当該各素電池の放電電流が前記ダイオードの順方向となる方向に当該ダイオードが接続された強制放電回路と、
前記強制放電回路と直列に接続され、前記制御部からの指令に基づいて、前記強制放電回路と前記素電池との接続を開閉するスイッチとを備えること
を特徴とする請求項1記載の電源システム。
- [3] 前記第1状態は、前記素電池の充電深度が、86.5%以上95.5%以下の範囲にあることを示す状態であり、
前記第2状態は、前記素電池の充電深度が、68.5%以上77.5%以下の範囲にあることを示す状態であること
を特徴とする請求項1又は2記載の電源システム。
- [4] 前記電池状態検出部は、
前記各素電池の状態として、各素電池の電圧を検出し、
前記第1状態は、

前記素電池の電圧が、当該素電池が満充電になったときの電圧より低い電圧に予め設定された強制放電開始電圧Vaになった状態であり、

前記第2状態は、

前記素電池の電圧が、前記強制放電開始電圧Vaより低い電圧に予め設定された強制放電終了電圧Vbになった状態であること

を特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の電源システム。

[5] 前記制御部は、

前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの電圧が、前記強制放電開始電圧Vaになったとき、前記素電池の電圧を前記強制放電開始電圧Vaから前記強制放電終了電圧Vbまで低下させるための放電電流量として予め設定された設定放電電流量を、前記強制放電部によって、当該強制放電開始電圧Vaになった素電池から、予め設定された一定の電流値による予め設定された一定時間の放電により放電させること

を特徴とする請求項4記載の電源システム。

[6] 前記電池状態検出部は、

前記各素電池の状態として、各素電池の電圧を検出し、

前記第1状態は、

前記素電池の電圧が、当該素電池が満充電になったときの電圧より低い電圧に予め設定された強制放電開始電圧Vaになった状態であり、

前記第2状態は、

前記素電池の電圧が、前記強制放電開始電圧Vaより低い電圧に予め設定された強制放電終了電圧Vbになった状態であり、

前記制御部は、

前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの電圧が、前記強制放電開始電圧Vaになったとき、前記スイッチをオンすることにより前記素電池の電圧を前記強制放電開始電圧Vaから前記強制放電終了電圧Vbまで低下させるための時間として予め設定された設定時間の間、当該強制放電開始電圧Vaになった素電池と並列に接続された強制放電回路におけるスイッチをオンす

ること

を特徴とする請求項2記載の電源システム。

[7] 前記素電池として非水電解質二次電池を用いたこと

を特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の電源システム。

[8] 前記非水電解質二次電池の正極の活物質にコバルトを含むリチウム複合酸化物を用いたこと

を特徴とする請求項7記載の電源システム。

[9] 前記強制放電開始電圧 V_a を、前記素電池1つ当たり4.05V以上4.15V以下の範囲で設定したこと

を特徴とする請求項7又は8に記載の電源システム。

[10] 前記強制放電終了電圧 V_b を、前記素電池1つ当たり3.85V以上3.95V以下の範囲で設定したこと

を特徴とする請求項7～9のいずれか1項に記載の電源システム。

[11] 前記電池状態検出部は、

前記各素電池の状態として、各素電池の充電深度を検出し、

前記第1状態は、

前記素電池の充電深度が、満充電に満たない充電深度に予め設定された強制放電開始深度 C_a になった状態であり、

前記第2状態は、

前記素電池の充電深度が、前記強制放電開始深度 C_a に満たない充電深度として予め設定された強制放電終了深度 C_b になった状態であること

を特徴とする請求項1又は2に記載の電源システム。

[12] 前記制御部は、

前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの充電深度が、前記強制放電開始深度 C_a になったとき、前記素電池の充電深度を前記強制放電開始深度 C_a から強制放電終了深度 C_b まで低下させるための放電電気量として予め設定された設定放電電気量を、前記強制放電部によって、当該強制放電開始深度 C_a になった素電池から、予め設定された一定の電流値による予め

設定された一定時間の放電により放電させること

を特徴とする請求項11記載の電源システム。

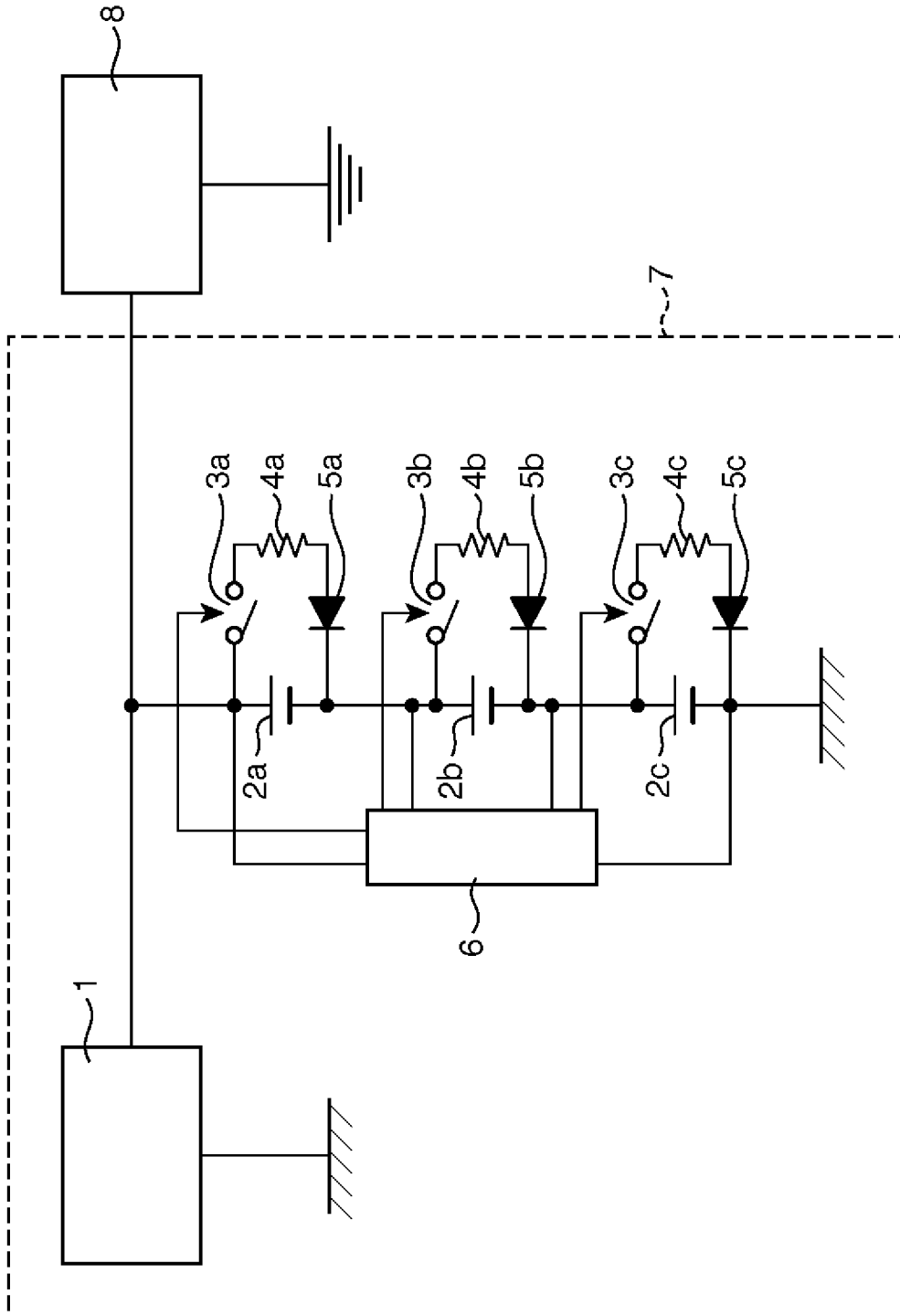
- [13] 前記電池状態検出部は、
前記各素電池の状態として、各素電池の充電深度を検出し、
前記第1状態は、
前記素電池の充電深度が、満充電に満たない充電深度に予め設定された強制放電開始深度Caになった状態であり、
前記第2状態は、
前記素電池の充電深度が、前記強制放電開始深度Caに満たない充電深度として
予め設定された強制放電終了深度Cbになった状態であり、
前記制御部は、
前記電池状態検出部によって検出された、前記複数の素電池のうち少なくともひとつの充電深度が、前記強制放電開始深度Caになったとき、前記スイッチをオンすることにより前記素電池の充電深度を前記強制放電開始深度Caから前記強制放電終了深度Cbまで低下させるための時間として予め設定された設定時間の間、当該強制放電開始深度Caになった素電池と並列に接続された強制放電回路におけるスイッチをオンすること
を特徴とする請求項2記載の電源システム。

- [14] 前記電池状態検出部は、
前記各素電池に流れる充放電電流を検出する電流検出部と、
当該各素電池毎に、前記電流検出部によって検出された充電電流の加算と放電電流の減算とを累積的に行うことにより、前記各素電池の充電深度を算出する充電深度算出部とを備えること
を特徴とする請求項13記載の電源システム。

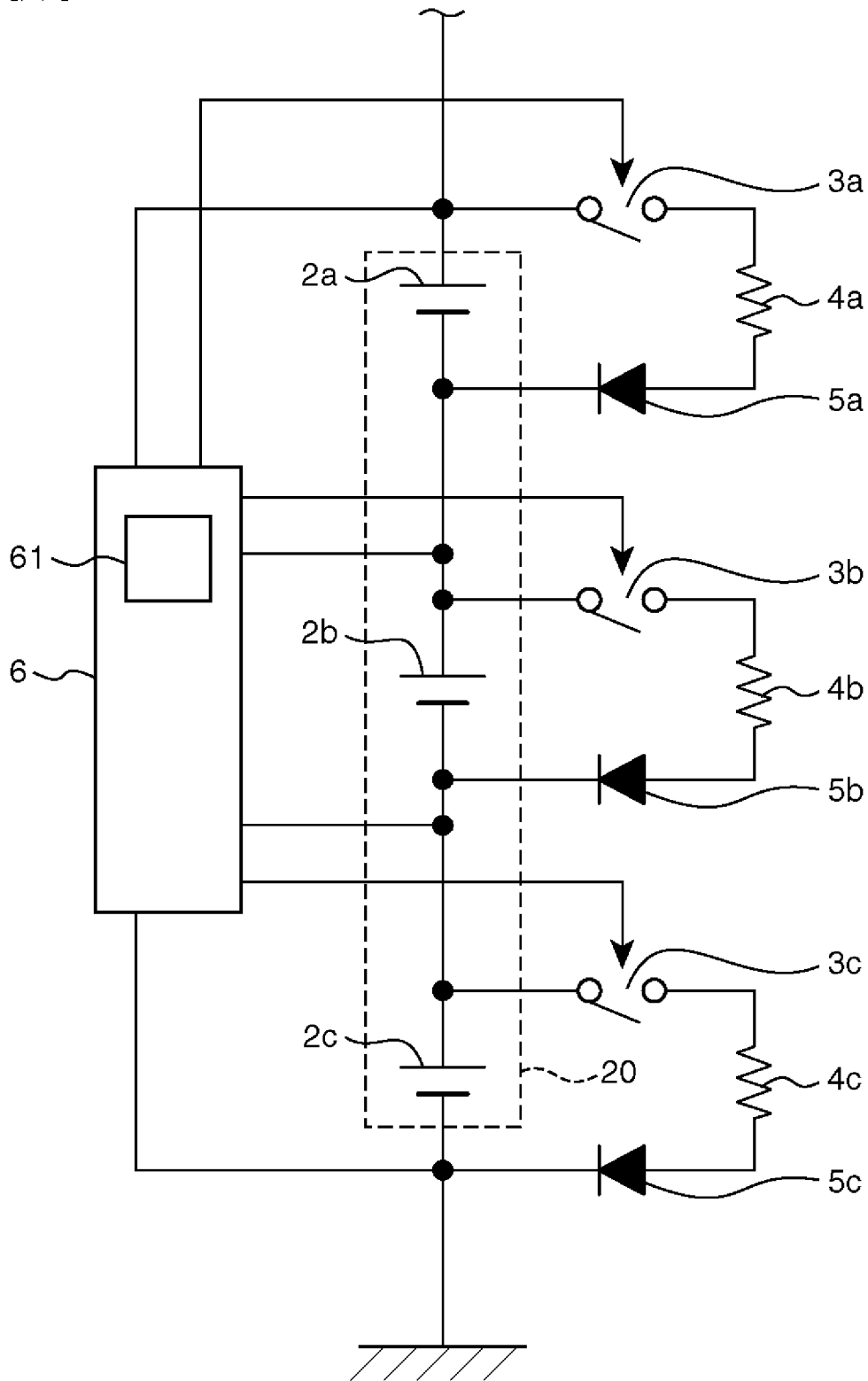
- [15] 前記電流検出部は、
前記複数の素電池とそれぞれ直列接続された複数の電流検出用抵抗と、
前記各電流検出用抵抗の両端電圧を、前記各素電池に流れる充放電電流を示す信号として取得する電流信号検出部とを備え、

- 前記各強制放電回路は、
前記複数の、素電池と電流検出用抵抗との直列回路と、それぞれ並列に接続されていること
を特徴とする請求項14記載の電源システム。
- [16] 前記強制放電開始深度Caを、前記素電池1つ当たり86.5%以上95.5%以下の範囲で設定したこと
を特徴とする請求項8～15のいずれか1項に記載の電源システム。
- [17] 前記強制放電終了深度Cbを、前記素電池1つ当たり68.5%以上77.5%以下の範囲で設定したこと
を特徴とする請求項8～16のいずれか1項に記載の電源システム。
- [18] 複数の素電池が直列に接続された組電池から電力を機器へ供給する組電池の制御方法であって、
発電機が、発電した電力を、前記組電池及び前記機器へ並列に供給するステップと、
電池状態検出部が、前記各素電池の状態を検出するステップと、
制御部が、前記電池状態検出部によって、前記複数の素電池のうち少なくともひとつが、当該素電池が満充電に満たないことを示す第1状態であることが検出されたとき、強制放電部が、当該第1状態であることが検知された素電池を、前記電池状態検出部によって前記第1状態より充電深度が低い第2状態になったことが検出されるまで、放電するステップと
を含むことを特徴とする組電池の制御方法。

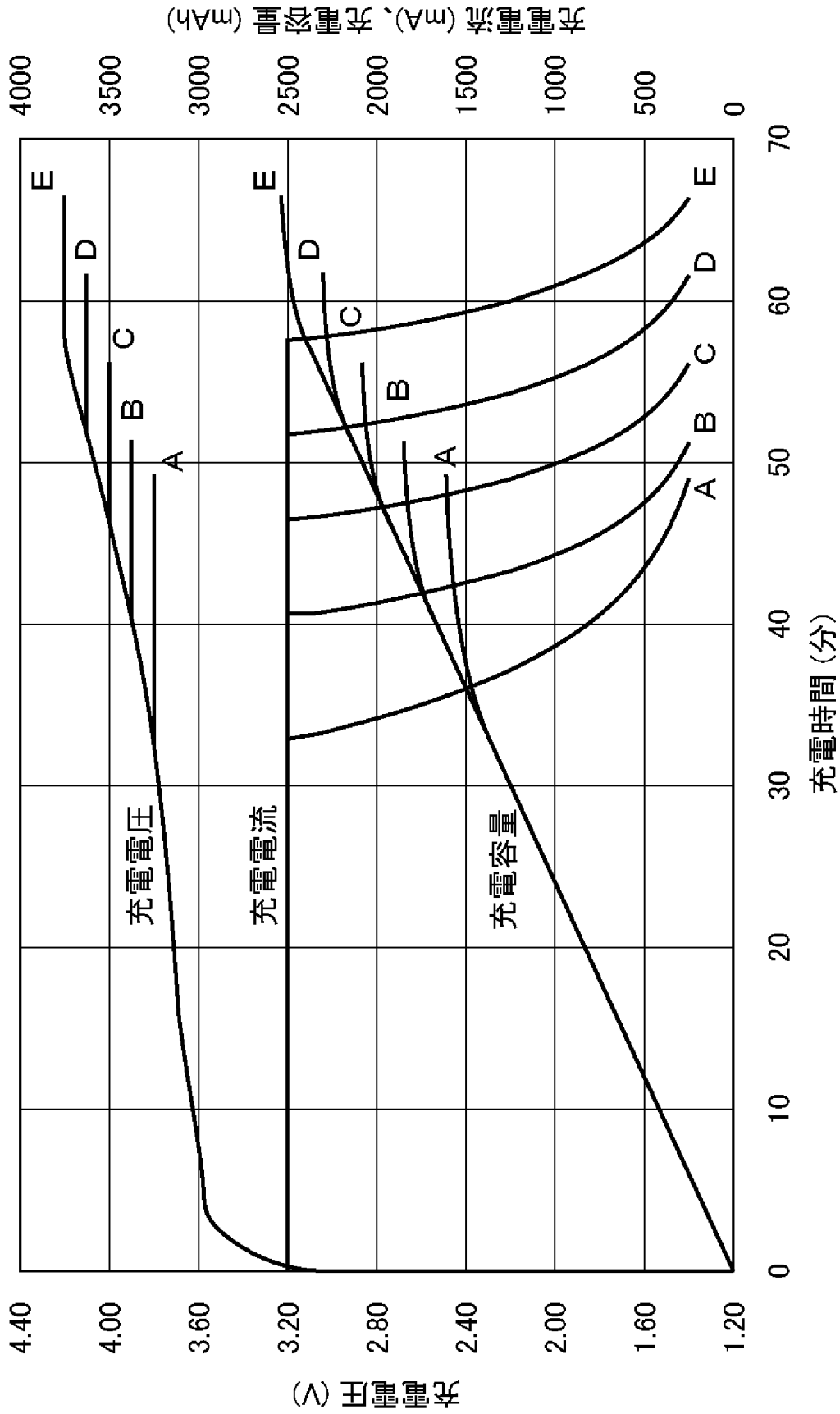
[図1]



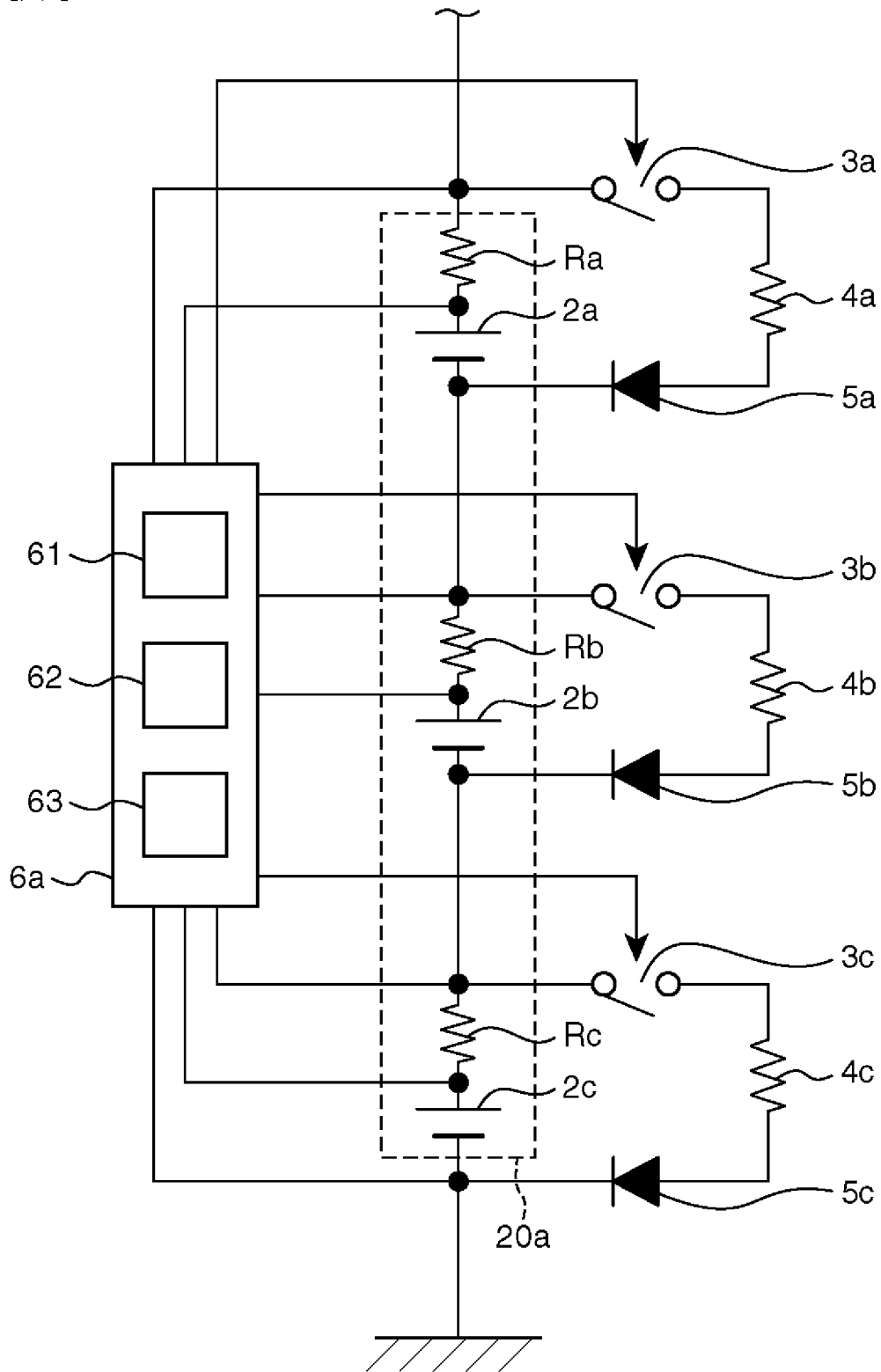
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/069162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01M10/44 (2006.01) i, H02J7/34 (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)
H01M10/42-10/48, H02J7/00-7/12, 7/34-7/36

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2006-211885 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 August, 2006 (10.08.06), & US 2006/0139004 A1	1-18
A	JP 2005-176520 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 June, 2005 (30.06.05), & US 2005/0127873 A1	1-18
A	JP 2000-228832 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 August, 2000 (15.08.00), & US 6304061 B1 & DE 19957289 A1	1-18
A	JP 2000-166103 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 June, 2000 (16.06.00), & US 6239580 B1 & DE 19955358 A1	1-18

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 27 November, 2007 (27.11.07)	Date of mailing of the international search report 04 December, 2007 (04.12.07)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/069162

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 2000-92732 A (Denso Corp.), 31 March, 2000 (31.03.00), (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01M10/44(2006.01)i, H02J7/34(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. H01M10/42-10/48, H02J7/00-7/12, 7/34-7/36			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号	
A	JP 2006-211885 A (日産自動車株式会社) 2006.08.10 & US 2006/0139004 A1	1-18	
A	JP 2005-176520 A (三洋電機株式会社) 2005.06.30 & US 2005/0127873 A1	1-18	
A	JP 2000-228832 A (三洋電機株式会社) 2000.08.15 & US 6304061 B1 & DE 19957289 A1	1-18	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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、一般的な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 27. 11. 2007		国際調査報告の発送日 04. 12. 2007	
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) 高木 正博	4 X 9 5 4 1
		電話番号 03-3581-1101 内線 3477	

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 請求の範囲の番号
A	JP 2000-166103 A (三洋電機株式会社) 2000.06.16 & US 6239580 B1 & DE 19955358 A1	1-18
A	JP 2000-92732 A (株式会社デンソー) 2000.03.31 (ファミリーなし)	1-18