

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008 年 11 月 27 日 (27.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/142811 A1

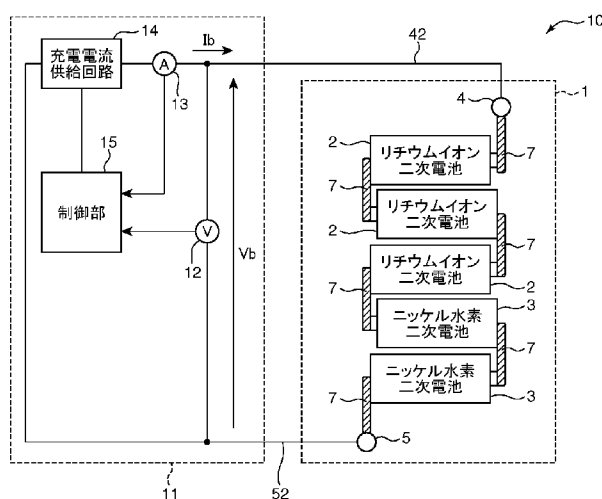
- (51) 国際特許分類:
H01M 16/00 (2006.01) H02J 7/02 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/069164
- (22) 国際出願日: 2007 年 10 月 1 日 (01.10.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2007-132732 2007 年 5 月 18 日 (18.05.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 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): 中嶋 琢也
- (NAKASHIMA, Takuya). 青木 護 (AOKI, Mamoru).
杉山 茂行 (SUGIYAMA, Shigeyuki).
- (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
チメンビル 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, 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,
SL, SM, SV, SY, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: BATTERY PACK AND BATTERY SYSTEM

(54) 発明の名称: 組電池、及び電池システム

[図 2]



14 RECHARGE CURRENT SUPPLY CIRCUIT

15 CONTROL SECTION

2 LITHIUM ION SECONDARY BATTERY

3 NICKEL HYDRIDE SECONDARY BATTERY

(57) Abstract: An aqueous secondary battery, and a nonaqueous secondary battery having a capacity smaller than that of the aqueous secondary battery are provided. Then, a battery pack is configured by connecting the aqueous secondary battery and the nonaqueous secondary battery in series.

(57) 要約: 水溶液系二次電池と、前記水溶液系二次電池よりも、一つあたりの電池容量が小さい非水系二次電池とを備えた。そして、前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とを直列接続して組電池を構成した。



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).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

組電池、及び電池システム

技術分野

[0001] 本発明は、複数の二次電池を備える組電池、及びこの組電池を備えた電池システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、二輪車や三輪車、及び四輪以上の車両には、動力系の始動用や、電気回路、電気機器の駆動用として鉛蓄電池が搭載されている。鉛蓄電池は、低価格であるが、蓄電エネルギー密度が小さいため、搭載重量、体積が大きい。車両としての燃費、動力性能の観点からは、この重量、体積の、軽量、コンパクト化が求められている。この改善策として、より蓄電エネルギー密度の大きいニッケル-カドミウム二次電池、ニッケル水素二次電池や、リチウムイオン二次電池、リチウムポリマー二次電池を採用する方法がある。また、一種類の電池で組電池を構成した場合における様々な課題解決のため、異種の電池を組み合わせた組電池も提案されている(例えば、特許文献1参照。)

[0003] ところで、鉛蓄電池の充電には、定電流充電後に定電圧充電を行う定電流定電圧(CCCV)充電方式が用いられる。定電圧充電を行う場合、二次電池に一定の電圧を印加しつつ二次電池に流れる充電電流を検出し、充電電流が予め設定された充電終止電流値以下になると、充電を終了する。しかし、ニッケル-カドミウム二次電池やニッケル水素二次電池等の水溶液系二次電池は、定電圧で充電すると、満充電付近で副反応である酸素発生に伴う温度上昇によってセルの起電圧が低下して充電電流が増大に転じ、充電電流が充電終止電流値以下にならないために定電圧充電を終了することができず、充電が継続して過充電状態になってしまう。その結果、過充電による漏液が発生し、電池機能が劣化してしまう。そのため、鉛蓄電池用の充電回路を備えた車両では、鉛蓄電池の代わりに水溶液系二次電池を搭載することができないという不都合があった。

[0004] また、リチウムイオン二次電池、リチウムポリマー二次電池等の非水系二次電池は、

鉛蓄電池と同様の定電流定電圧 (CCCV) 充電方式で充電することができる。しかしながら、鉛蓄電池用の充電回路を備えた車両に鉛蓄電池の代わりにこのような非水系二次電池を搭載すると、鉛蓄電池と非水系二次電池とでは充電電圧が異なるため、十分な充電が行えないという不都合があった。

[0005] 例えば、DC12V出力の鉛蓄電池は、一般に14.0V～14.5Vで定電圧充電が行われる。特に、レース用車両では、鉛蓄電池の充電電圧として14.5Vが用いられることが多い。

[0006] そうすると、このような鉛蓄電池を充電するための充電回路を用いてリチウムイオン二次電池が複数個直列接続された組電池を充電した場合、リチウムイオン二次電池一個あたりの充電電圧は、例えば14.5Vをリチウムイオン二次電池の個数で除した電圧となる。例えば、リチウムイオン二次電池が3個直列接続された組電池では、リチウムイオン二次電池一個あたりの充電電圧は、 $14.5\text{V} / 3 = 4.83\text{V}$ となる。

[0007] 一方、リチウムイオン二次電池を定電圧充電する場合の充電電圧としては、リチウムイオン二次電池の満充電状態における開放電圧である4.2Vが用いられる。そうすると、リチウムイオン二次電池が3個直列接続された組電池を鉛蓄電池用の充電回路で充電すると、充電電圧が高すぎて、過充電による特性劣化や故障、あるいは安全上の問題を招くおそれがあるという不都合があった。

[0008] また、リチウムイオン二次電池が4個直列接続された組電池では、リチウムイオン二次電池一個あたりの充電電圧は $14.5\text{V} / 4 = 3.63\text{V}$ となり、4.2Vに対して充電電圧が低すぎて充電深度(SOC)が50%程度にしかならず、二次電池の電池容量を有効活用することが困難であるという不都合があった。

[0009] また、特許文献1に記載の技術では、水溶液系二次電池の満充電付近で発熱が増大する性質を利用して、水溶液系二次電池と非水系二次電池とを混在させた組電池において温度によって、満充電になったことを判定するようにしている。しかしながら、鉛蓄電池用の充電回路のような定電圧充電用の充電回路では、充電電流に基づき満充電を判定し、充電を終了するので、特許文献1に記載の組電池をこのような定電圧充電用の充電回路で充電すると、充電を終了することができず、過充電による特性劣化や故障、あるいは安全上の問題を招くおそれがあるという不都合があった。

。また、水溶液系二次電池が、満充電付近で発熱するため、水溶液系二次電池と組み合わせられた非水系二次電池が加熱されることにより劣化してしまうという不都合もあった。

特許文献1:特開平9-180768号公報

発明の開示

- [0010] 本発明は、このような事情に鑑みて為された発明であり、定電圧充電用の充電回路によって充電した場合であっても、過充電になるおそれを低減しつつ充電終了時の充電深度を増大することが容易な組電池、及びこのような組電池を用いた電池システムを提供することを目的とする。
- [0011] 本発明の一局面に従う組電池は、水溶液系二次電池と、前記水溶液系二次電池よりも、一つあたりの電池容量が小さい非水系二次電池とを備え、前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続されている。
- [0012] また、本発明の一局面に従う電池システムは、上述の組電池と、前記充電回路とを備える。
- [0013] このような構成の組電池、及び電池システムは、当該組電池を定電圧充電によって充電すると、水溶液系二次電池を流れる充電電流と非水系二次電池を流れる充電電流は等しいから、電池容量が小さい非水系二次電池の方が、先に満充電に近づいて充電電流が減少し、定電圧充電が終了する。そうすると、充電終了時には、非水系二次電池より電池容量が大きい水溶液系二次電池はまだ満充電に達していないから、過充電になるおそれが低減される。さらに、同一種類の二次電池を複数直列接続した場合よりも、電池特性の異なる水溶液系二次電池と非水系二次電池とを組み合わせた方が、組み合わせにより得られる充電特性の選択の幅が広がるので、組電池全体の充電特性を所定の充電電圧に適合させて充電終了時の充電深度を増大することが容易となる。
- [0014] また、本発明の一局面に従う電池システムは、上述の組電池と、前記組電池の前記負荷装置への放電経路を開閉するスイッチング素子と、前記組電池の両端電圧を検出する電圧検出部と、前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の平

均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧より低く、前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の前記放電終止電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧より高い電圧に予め設定された放電終止検知電圧を、前記電圧検出部によって検出された電圧が下回る場合、前記スイッチング素子を開かせる制御部とを備える。

[0015] この構成によれば、電圧検出部によって検出された組電池の両端電圧が、放電終止検知電圧を下回ると、制御部によって、スイッチング素子が開かれて、組電池の放電電流が遮断される。

[0016] そして、放電終止検知電圧は、水溶液系二次電池の平均放電電圧と当該水溶液系二次電池の個数とを乗じた電圧と、非水系二次電池の平均放電電圧と当該非水系二次電池の個数とを乗じた電圧との合計電圧より低く設定されている。そのため、水溶液系二次電池及び非水系二次電池がそれぞれ平均放電電圧を出力しており、まだ放電末期に達していない場合には、組電池の両端電圧が放電終止検知電圧を下回ることがなく、従って、制御部によってスイッチング素子が開かれないので、放電が継続する。

[0017] さらに、放電終止検知電圧は、水溶液系二次電池の平均放電電圧と当該水溶液系二次電池の個数とを乗じた電圧と、非水系二次電池の放電終止電圧と当該非水系二次電池の個数とを乗じた電圧との合計電圧より高い電圧に設定されている。そのため、水溶液系二次電池より電池容量の小さい非水系二次電池が先に放電末期に達して非水系二次電池の端子電圧が低下すると、非水系二次電池の端子電圧が放電終止電圧を下回る前に、組電池の両端電圧が放電終止検知電圧を下回る。そうすると、制御部によって、スイッチング素子が開かれて組電池の放電電流が遮断されるので、非水系二次電池及び水溶液系二次電池が過放電状態になることが抑制される。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係る組電池の外観の一例を示す斜視図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る電池システムの電氣的構成の一例を示す模式図である。

[図3]図2に示す充電回路によって、組電池を定電流定電圧充電した場合の、充電時間と、各リチウムイオン二次電池、及び各ニッケル水素二次電池の端子電圧と、合計電圧との一例を示したグラフである。

[図4]図2に示す組電池を、45℃の温度環境で、定電流充電時の充電電流を2.5A、定電圧充電時の充電電圧を14.5Vとして、定電流定電圧(CCCV)充電を行った際の、充電電流 I_b 、充電電圧 V_b 、リチウムイオン二次電池の各端子電圧 V_1 、及びニッケル水素二次電池の各端子電圧 V_2 の測定結果を示すグラフである。

[図5]図2に示す組電池を、45℃の温度環境で、10Aで放電させた際の、組電池の端子電圧 V_b 、リチウムイオン二次電池の各端子電圧 V_1 、及びニッケル水素二次電池3の各端子電圧 V_2 の測定結果を示すグラフである。

[図6]図2に示す電池システムの変形例を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下、本発明に係る実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。図1は、本発明の一実施形態に係る組電池の外観の一例を示す斜視図である。図1に示す組電池1は、例えば二輪車や四輪車その他工事車両等の車載用のバッテリーとして用いられる。図1に示す組電池1は、例えば、略箱状の筐体6に、三個のリチウムイオン二次電池2と二個のニッケル水素二次電池3とが直列接続されて収容されている。

[0020] また、筐体6の上面に、接続端子4, 5が上向きに突設されている。図1の例では、接続端子4, 5はボルト状をなし、これにナット41, 51が螺合可能となっている。一方、接続端子4に接続されるべき電線42の端末には、接続端子4に外嵌可能なリング状の配線側端子43がカシメ等の手段で固定され、同様に、接続端子5に接続されるべき電線52の端末には、接続端子5に外嵌可能なリング状の配線側端子53がカシメ等の手段で固定されている。そして、配線側端子43, 53を組電池1の接続端子4及び接続端子5にそれぞれ外嵌し、接続端子4, 5にナット41, 51を装着して締め付けることにより、電線42, 52の端末が接続端子4, 5に電氣的に接続されるようになって

ている。

[0021] 電線42, 52は、車両内の電気回路や組電池1を充電する充電回路等に接続されており、組電池1の充放電に用いられる。

[0022] なお、接続端子4, 5は、ボルト状のものに限られず、例えば円柱状であってもよい。そして、配線側端子43, 53として、例えば導電性を有する金属板がその中間部分で略C字状に曲げ加工されたものを用いて、当該中間部分を接続端子4, 5の外側にそれぞれ遊嵌した後、配線側端子43, 53の両端をボルト等で締め付けることにより、接続端子4, 5と配線側端子43, 53とを結合する構成であってもよい。このような筐体構造、及び端子構造を有することにより、組電池1を、車載用の鉛蓄電池と置き換えて、鉛蓄電池用の充電回路等に接続するための配線側端子43, 53と接続することが容易となる。

[0023] また、組電池1は、必ずしも筐体6に收容されている必要はなく、鉛電池用の配線側端子43, 53とそのまま接続可能な接続端子を備えるものに限らない。接続端子4, 5は、例えば、端子台やコネクタの他、例えばセルの電極端子そのものであってもよい。

[0024] 図2は、図1に示す組電池1と、組電池1を充電する充電回路11とを備えた電池システム10の電氣的構成の一例を示す模式図である。図2に示す組電池1は、三個のリチウムイオン二次電池2と二個のニッケル水素二次電池3とが、接続板7によって直列接続されて、構成されている。三個のリチウムイオン二次電池2と二個のニッケル水素二次電池3との直列回路の両端が、接続板7によって接続端子4, 5と接続されている。図1では、同種の電池を近接して配置しているが、異種の電池を交互に配置してもかまわない。

[0025] また、リチウムイオン二次電池2は、ニッケル水素二次電池3よりも電池一つあたりの電池容量が小さくされている。リチウムイオン二次電池2は、非水系二次電池の一例に相当し、リチウムイオン二次電池2の代わりにリチウムポリマー二次電池等の他の非水系二次電池を用いてもよい。

[0026] また、ニッケル水素二次電池3は、水溶液系二次電池の一例に相当し、ニッケル水素二次電池3の代わりにニッケル-カドミウム二次電池等の他の水溶液系二次電池

を用いてもよい。しかしながら、水溶液系二次電池としてはニッケル水素二次電池が、非水系二次電池としてはリチウムイオン二次電池が、それぞれ、高エネルギー密度であり、より軽量コンパクト化が可能であることから好ましい。

[0027] また、リチウムイオン二次電池2の標準的な出力電圧である平均放電電圧 (Mid-point discharge voltage) は3. 6V程度、ニッケル水素二次電池3の平均放電電圧は1. 1V～1. 2V程度である。すなわち、図2に示す組電池1は、水溶液系二次電池と、当該水溶液系二次電池よりも平均放電電圧が高い非水系二次電池とが直列接続されて構成されている。

[0028] 以下に素電池の平均放電電圧の求め方の一例を示す。素電池としてニッケル水素二次電池等の水溶液系二次電池を用いる場合、この素電池を1ItA (ここで1ItAは電池の理論容量を1時間で除して得られる電流値) の電流値で1. 2時間の定電流充電を行い、その後に1ItAで1Vに達するまで定電流放電を行って放電容量を求め、この放電容量が50%の時点における放電電圧を平均放電電圧として規定できる。

[0029] また素電池としてリチウムイオン二次電池を用いる場合、この素電池を0. 7ItAの電流値で4. 2Vに達するまで定電流充電、4. 2Vに達した後は電流値が0. 05ItAに減衰するまで定電圧充電を行い、その後に1ItAで2. 5Vに達するまで定電流放電を行って放電容量を求め、この放電容量が50%の時点における放電電圧を平均放電電圧として規定できる。

[0030] なお、電池メーカーが公表している各電池の公称電圧は、平均放電電圧とほぼ等しいので、公称電圧を平均放電電圧として用いてもよい。

[0031] 充電回路11は、例えば車載用の鉛蓄電池を定電流定電圧 (CCCV) によって充電する充電回路であり、例えば車載用のECU (Electric Control Unit) 等によって構成されている。充電回路11は、例えば、電圧センサ12 (電圧検出部)、電流センサ13、充電電流供給回路14、及び制御部15を備えている。

[0032] 充電電流供給回路14は、例えば車両で発電された電力から、鉛蓄電池を充電するための充電電流、充電電圧を生成する整流回路やスイッチング電源回路等を備えて構成されている。そして、充電電流供給回路14は、電流センサ13及び電線42を介して接続端子4に接続され、電線52を介して接続端子5に接続されている。

- [0033] 電圧センサ12は、例えば分圧抵抗やA/Dコンバータ等を用いて構成されている。そして、電圧センサ12は、電線42, 52を介して接続端子4, 5間の電圧、すなわち組電池1の充電電圧Vbを検出し、その電圧値を制御部15へ出力する。電流センサ13は、例えばシャント抵抗やホール素子、A/Dコンバータ等を用いて構成されている。そして、電流センサ13は、充電電流供給回路14から組電池1へ供給される充電電流Ibを検出し、その電流値を制御部15へ出力する。
- [0034] 制御部15は、例えば所定の演算処理を実行するCPU (Central Processing Unit) と、所定の制御プログラムが記憶されたROM (Read Only Memory) と、データを一時的に記憶するRAM (Random Access Memory) と、これらの周辺回路等とを備えて構成されている。そして、制御部15は、ROMに記憶された制御プログラムを実行することにより、電圧センサ12から得られた充電電圧Vb、及び電流センサ13から得られた充電電流Ibに基づいて、充電電流供給回路14の出力電流、及び出力電圧を制御することで、定電流定電圧 (CCCV) 充電を実行する制御回路である。
- [0035] 鉛蓄電池を定電圧充電によって充電する際の充電電圧は、一般的に14.5V~15.5Vである。そのため、制御部15は、定電圧充電を行う際には、電圧センサ12の検出電圧が14.5V~15.5Vになるように、充電電流供給回路14の出力電流、電圧を制御する。
- [0036] ところで、リチウムイオン二次電池は、満充電状態における開放電圧が、約4.2Vである。リチウムイオン二次電池は、充電に伴い充電深度が増大するに従って、正極電池は増大し、負極電位は減少する。リチウムイオン二次電池の端子電圧は、正極電位と負極電位との差として現れる。
- [0037] そして、充電深度が増大するに従って負極電位が低下し、負極電位が0Vになったときの正極電位と負極電位との差、すなわち正極電位は、充電電流値、温度、正極及び負極の活物質の組成のバラツキの影響を受けるものの、正極活物質としてコバルト酸リチウムを用いた場合に約4.2V、正極活物質としてマンガン酸リチウムを用いた場合に約4.3Vとなることが知られている。このように、負極電位が0Vになったときに満充電となり、このときの端子電圧、例えば4.2Vを、定電圧充電における充電電圧として用いることで、リチウムイオン二次電池を満充電 (充電深度100%) にすること

ができる。

[0038] 一方、水溶液系二次電池は、充電深度の変化に対して略一定の端子電圧を示す特性があり、例えばニッケル水素二次電池では、満充電状態における開放電圧が約1.4Vである。

[0039] そうすると、電池システム10において、例えば充電電圧 V_b を14.5Vとして組電池1の定電圧充電を行った場合、リチウムイオン二次電池2の一つあたりの充電電圧は、 $(14.5V - (1.4V \times 2)) / 3 = 3.9V$ となり、上述したようにリチウムイオン二次電池を四個直列接続した場合におけるリチウムイオン二次電池一個あたりの充電電圧3.63Vより、リチウムイオン二次電池2の充電電圧を上昇させることができる。

[0040] すなわち、リチウムイオン二次電池の満充電状態における開放電圧である4.2Vに、4を乗じて得られる電圧16.8Vよりも、リチウムイオン二次電池の満充電状態における開放電圧である4.2Vに3を乗じた電圧とニッケル水素二次電池の満充電状態における開放電圧1.4Vに2を乗じた電圧との合計電圧である15.4Vの方が、鉛蓄電池用の充電電圧14.5Vとの差が小さくなる。この場合、充電終了時におけるリチウムイオン二次電池2の充電深度は約73%となり、充電終了時におけるリチウムイオン二次電池2の充電深度を増大することができる。

[0041] また、上記合計電圧は、鉛蓄電池用の充電電圧14.5V以上にされているので、鉛蓄電池用の充電電圧が接続端子4, 5間に印加された場合に、リチウムイオン二次電池2一つあたりに印加される充電電圧が4.2V以下となる結果、リチウムイオン二次電池2の劣化を低減することができると共に、安全性が損なわれるおそれを低減することができる。

[0042] なお、鉛蓄電池の出力電圧は、12V、24V、42Vというように、12Vの倍数のものが存在し、このような鉛蓄電池を充電する充電回路の充電電圧もまた、14.5V～15.5Vの倍数となる。そこで、ニッケル水素二次電池2個とニッケル水素二次電池より電池容量の小さいリチウムイオン二次電池3個を直列に接続した組電池を1ユニット(一単位)とし、充電回路の充電電圧に応じてこのユニット数を増減することで、ニッケル水素二次電池の個数とリチウムイオン二次電池の個数とを2:3の比率にすれば、鉛蓄電池の出力電圧が12Vの場合と同様に、組電池の充電電圧を充電回路の出力

電圧と適合させて、このような充電回路によって組電池1を充電する際の充電終了時の充電深度を増大することができる。

[0043] このように構成されたユニットを基本単位として、起電力、あるいは電池容量などの要望に合わせて、数ユニットを直列及び並列、あるいは、直並列に接続し、組電池とすることも可能である。

[0044] また、充電装置の充電電圧は、14.5Vに限られない。また、水溶液系二次電池の個数と非水系二次電池の個数との比率も、2:3に限られない。水溶液系二次電池の満充電状態における端子電圧(例えば約1.4V)に、当該水溶液系二次電池の直列数を乗じた電圧と、非水系二次電池の満充電状態における端子電圧(例えば約4.2V)に、当該水溶液系二次電池の直列数を乗じた電圧との合計電圧が、当該非水系二次電池の満充電状態における端子電圧(例えば約4.2V)を整数倍して得られる電圧のうち、充電装置の充電電圧に最も近い電圧よりも、充電装置の充電電圧との差が小さくなるように、充電電圧と、水溶液系二次電池の直列数と、非水系二次電池の直列数とが選択されていればよい。

[0045] しかしながら、鉛蓄電池の充電電圧として用いられる14.5Vの充電電圧に対しては、ニッケル水素二次電池が2個、リチウムイオン二次電池が3個、直列に接続された組電池が好適である。なお、「実質的に14.5V」とは、14.5Vに対して、充電装置の出力精度誤差や特性バラツキ等による変動幅を許容する意味であり、例えば14.5V $\pm$ 0.1Vを意味している。

[0046] 次に、上述のように構成された電池システム10の動作について説明する。図3は、図2に示す充電回路11によって、組電池1を定電流定電圧(CCCV)充電した場合の、充電時間と、各リチウムイオン二次電池2、及び各ニッケル水素二次電池3の端子電圧と、接続端子4, 5間の電圧、すなわち合計電圧Vbとの一例を示したグラフである。横軸が充電時間、右側縦軸がリチウムイオン二次電池2及びニッケル水素二次電池3の単セルの端子電圧、左側縦軸が合計電圧Vbを示している。

[0047] まず、制御部15からの制御信号に応じて、充電電流供給回路14から2Aの充電電流Ibが、電線42を介して組電池1へ出力され、組電池1が2Aで定電流充電される。そうすると、各リチウムイオン二次電池2、及び各ニッケル水素二次電池3の端子電圧

が充電に伴い上昇し、合計電圧Vbもまた上昇する。

[0048] このとき、ニッケル水素二次電池3の端子電圧は、わずかしこ上昇せず、ほとんど一定のまま、充電が行われる。一方、リチウムイオン二次電池の端子電圧は、充電に伴い上昇カーブを描いて増大する。そうすると、合計電圧Vbは、リチウムイオン二次電池の端子電圧の増大に応じて増大する。

[0049] そして、電圧センサ12によって検出された合計電圧Vbが14.5Vに達すると(タイミングT1)、制御部15によって、定電流充電から定電圧充電に切替られる。そして、制御部15からの制御信号に応じて、充電電流供給回路14によって、接続端子4,5間に14.5Vの一定の電圧が印加されて定電圧充電が実行される。

[0050] そうすると、定電圧充電によって、リチウムイオン二次電池2の充電深度が増大するにつれて、充電電流Ibが減少する。

[0051] ここで、ニッケル水素二次電池やニッケルカドミウム二次電池等の水溶液系二次電池は、充電電流Ibが減少しても、端子電圧が約1.4Vのまま略一定の電圧値に維持される性質がある。そのため、2個のニッケル水素二次電池3の端子電圧の合計は、 $1.4V \times 2 = 2.8V$ となる。そうすると、接続端子4,5間に14.5Vの電圧が印加された場合、3個のリチウムイオン二次電池2に印加される電圧の合計は、 $14.5V - 2.8V = 11.7V$ となる。

[0052] 従って、14.5Vの定電圧充電において、リチウムイオン二次電池2の1セルあたりに印加される充電電圧は、 $11.7V / 3 = 3.9V$ となる結果、リチウムイオン二次電池2の劣化を低減することができると共に、安全性が損なわれるおそれを低減することができる。

[0053] そして、電流センサ13によって検出された充電電流Ibが、予め定電圧充電の終了条件として設定された充電終止電流以下になると、制御部15によって、14.5Vの定電圧充電において充電可能な最大の充電深度に近い充電深度までリチウムイオン二次電池2が充電されたと判断される。そして、制御部15からの制御信号に応じて、充電電流供給回路14の出力電流がゼロにされて充電が終了する(タイミングT2)。

[0054] ところで、三個のリチウムイオン二次電池2と、二個のニッケル水素二次電池3とは、直列接続されているから、各電池に供給される充電電流は等しい。そうすると、電池

容量が小さいリチウムイオン二次電池2の方が、電池容量の大きいニッケル水素二次電池3よりも先に満充電に近づくから、タイミングT2においては、ニッケル水素二次電池3の方が、リチウムイオン二次電池2よりも充電深度が浅くなる。

[0055] 例えば、リチウムイオン二次電池2の電池容量が、ニッケル水素二次電池3の80%であった場合において、例えばリチウムイオン二次電池2の充電深度が100%になったとき、ニッケル水素二次電池3の充電深度は80%となる。そうすると、リチウムイオン二次電池2の電池容量を、ニッケル水素二次電池の電池容量より小さくすることで、リチウムイオン二次電池2が満充電(充電深度100%)近くまで充電されて定電圧充電が終了したタイミングT2において、ニッケル水素二次電池3が満充電(充電深度100%)を超えることがなくなるので、ニッケル水素二次電池3が過充電になるおそれを低減しつつ充電終了時のリチウムイオン二次電池2の充電深度を増大することができる。

[0056] また、ニッケル水素二次電池3が満充電付近で発熱する前に、充電が終了するため、ニッケル水素二次電池3の満充電付近における発熱で、リチウムイオン二次電池2が劣化するおそれが低減される。

[0057] また、ニッケル水素二次電池は、定電圧充電されると、満充電付近で充電電流が増大する特性がある。そのため、もし仮にニッケル水素二次電池の電池容量の方が、リチウムイオン二次電池2の電池容量より小さい場合には、リチウムイオン二次電池2が満充電近くになって充電電流が減少し、電流センサ13によって検出される充電電流 I_b が充電終止電流以下になる前に、ニッケル水素二次電池が満充電に近づいて充電電流が増大するために、充電電流 I_b が充電終止電流以下に低下しなくなってしまう結果、定電圧充電が終了することなく充電が継続し、リチウムイオン二次電池2とニッケル水素二次電池3とが過充電になって、電池特性の劣化を招いたり、安全性が損なわれたりするおそれが生じる。

[0058] しかしながら、組電池1は、リチウムイオン二次電池2の方が、ニッケル水素二次電池3よりも電池容量が小さくされているから、ニッケル水素二次電池3が満充電に近づいて充電電流が増大する前に定電圧充電を終了することができる結果、電池の劣化や安全性が損なわれるおそれを低減することができる。

[0059] ところで、ニッケル水素二次電池は、自己放電電流がリチウムイオン二次電池より大きいことが知られている。そのため、組電池1を充電後に放置しておく、ニッケル水素二次電池3の残存容量の方が、リチウムイオン二次電池2の残存容量よりも少なくなってしまう。そして、ニッケル水素二次電池3の残存容量の方が、リチウムイオン二次電池2の残存容量より少ない状態から組電池1の充電を開始すると、充電終了時におけるニッケル水素二次電池3の充電容量が、充電前に自己放電によって減少していた容量分減少してしまうので、組電池1全体の充電容量が減少してしまう。

[0060] ここで、本発明の発明者らは、ニッケル水素二次電池の充電深度が低い状態で充電を終了すると、ニッケル水素二次電池の自己放電が減少することを、実験的に見出した。そうすると、組電池1を定電圧充電した場合には、ニッケル水素二次電池3の充電深度が低位状態において、充電電流が増大する前にリチウムイオン二次電池2が満充電に近づくことによって充電電流 I_b が減少して充電終止電流以下に低下することで充電が終了するので、自動的にニッケル水素二次電池3の充電深度が低い状態で充電が終了する結果、ニッケル水素二次電池の自己放電を減少させることができる。そして、ニッケル水素二次電池の自己放電が減少すると、ニッケル水素二次電池の自己放電に起因して、組電池1全体の充電容量が減少することが低減される。

[0061] なお、充電回路11は、鉛蓄電池用の充電回路に限らない。組電池1は、リチウムイオン二次電池2とニッケル水素二次電池3との個数を適宜、設定することにより、任意の充電電圧で定電圧充電を行う充電回路で充電される組電池に適用することができる。

実施例

[0062] 非水系二次電池として松下電池工業(株)製CGR18650DA(電池容量2.45Ah)、水溶液系二次電池として松下電池工業(株)製HHR260SCP(電池容量2.6Ah)、もしくは、松下電池工業(株)製HHR200SCP(電池容量2.1Ah)を用いて、以下に示す実施例1～3、および比較例2の組電池を作成した。また、比較例1には、鉛蓄電池として松下電池工業(株)製LC-P122R2J(電池容量2.2Ah)を用いた。

[0063] (実施例1)

CGR18650DA(電池容量2.45Ah)を3セルとHHR260SCP(電池容量2.6A

h)を2セルの計5セルを直列に接続し、実施例1の組電池とした。

[0064] (実施例2)

CGR18650DA(電池容量2.45Ah)を3セルとHHR260SCP(電池容量2.6Ah)を3セルの計6セルを直列に接続し、実施例2の組電池とした。

[0065] (実施例3)

CGR18650DA(電池容量2.45Ah)を2セルとHHR260SCP(電池容量2.6Ah)を5セルの計7セルを直列に接続し、実施例3の組電池とした。

[0066] (比較例1)

LC-P122R2J(電池容量2.2Ah)1セルを比較例1の組電池とした。

[0067] (比較例2)

CGR18650DA(電池容量2.45Ah)を3セルとHHR200SCP(電池容量2.1Ah)を2セルの計5セルを直列に接続し、比較例2の組電池とした。

[0068] これら実施例1～3、及び比較例1, 2の組電池に対して、定電流充電における充電電流1A、定電圧充電における充電電圧14.5V、充電終止電流0.1Aの条件で定電流定電圧充電を行った後、定電流1Aで10Vまで放電した場合の、体積当たりの電池エネルギー密度、重量当たりの電池エネルギー密度を測定した。また、上記充放電を300回繰り返した後の体積当たりの電池エネルギー密度、重量当たりの電池エネルギー密度を測定した。測定結果を下記の表1に示す。

[0069] [表1]

	初期		300サイクル後	
	体積エネルギー密度 (Wh/L)	重量エネルギー密度 (Wh/kg)	体積エネルギー密度 (Wh/L)	重量エネルギー密度 (Wh/kg)
実施例1	322	112	306	106
実施例2	137	47	130	45
実施例3	211	70	200	67
比較例1	73	33	51	23
比較例2	357	127	89	32

[0070] 表1に示すように、水溶液系二次電池と水溶液系二次電池の電池容量より容量の小さい非水系二次電池とを組み合わせた本発明の実施例1～3の組電池は、比較例1の鉛蓄電池に対して体積当たりの電池エネルギー密度、重量当たりの電池エネルギー密度が十分に大きく、軽量、コンパクト化が可能である。また、本発明の実施例1

～3の組電池は、300サイクル後の体積当たりの電池エネルギー密度、重量当たりの電池エネルギー密度も、比較例1, 2と比べて十分に大きく、繰り返し使用による劣化を低減可能であることが分かる。

[0071] また、実施例1～3の中でも、非水系二次電池を3個、水溶液系二次電池を2個直列に接続した実施例1の組電池が最もエネルギー密度が大きく、非水系二次電池の個数と水溶液系二次電池の個数を3:2の比率にした場合が最適であることが分かる。水溶液系二次電池と水溶液系二次電池の電池容量より容量の大きい非水系二次電池を組み合わせた比較例2は、本発明に係る実施例1～3に対して、初期エネルギー密度は大きいものの、300サイクル後のエネルギー密度が大きく低下しており、繰り返し使用には適していないことが分かる。

[0072] 以上のように、本発明に係る組電池によれば、例えば鉛蓄電池の代替として充電回路を変更することなく容易に車両に搭載可能な、軽量、コンパクトで繰り返し使用での劣化の少ない組電池を提供することができる。

[0073] (実施例4)

リチウムイオン二次電池2として松下電池工業(株)製CGR26650(電池容量2.65 Ah)を3個、ニッケル水素二次電池3として松下電池工業(株)製HHR300SCP(電池容量3.0Ah)を2個、直列接続して図2に示す組電池1を構成した。

[0074] 図4は、このようにして構成された組電池1を、45℃の温度環境で、定電流充電時の充電電流を2.5A、定電圧充電時の充電電圧を14.5Vとして、定電流定電圧(CCCV)充電を行った際の、充電電流 I_b 、充電電圧 V_b (組電池1の端子電圧 V_b)、リチウムイオン二次電池2の各端子電圧 V_1 、及びニッケル水素二次電池3の各端子電圧 V_2 の測定結果を示すグラフである。

[0075] 図4において、横軸は経過時間、左側縦軸は端子電圧 V_1 、 V_2 の電圧軸、右側縦軸は充電電圧 V_b の電圧軸を示している。図4において、各端子電圧 V_1 、及び各端子電圧 V_2 は、それぞれほぼ重なって表示されている。

[0076] 図4に示すように、上述のように構成された組電池1を、定電圧充電時の充電電圧を14.5Vとして、定電流定電圧(CCCV)充電を行った場合、定電流充電から充電電圧 V_b を14.5Vとする定電圧充電に切り替わったタイミング(タイミング T_4)以降、リ

チウムイオン二次電池2の充電が進むにつれて充電電流 I_b が減少しても、ニッケル水素二次電池3の端子電圧 V_2 は、約1.4Vを維持したままほとんど変化しない。そのため、リチウムイオン二次電池2に印加される端子電圧 V_1 もほぼ3.9Vで一定となっている。

[0077] そして、充電電流 I_b が充電終止電流値以下に低下して定電流定電圧(CCCV)充電が終了したタイミング T_4 においても、リチウムイオン二次電池2の端子電圧 V_1 は、3.9Vに維持されている。これにより、組電池1を、定電圧充電時の充電電圧を14.5Vとして定電流定電圧(CCCV)充電を行った場合であっても、リチウムイオン二次電池2が過充電されることなく充電が終了することを確認できた。

[0078] (実施例5)

次に、実施例4に示す組電池1を放電させた場合について説明する。図5は、実施例4に示す組電池1を、45°Cの温度環境で、10Aで放電させた際の、組電池1の端子電圧 V_b 、リチウムイオン二次電池2の各端子電圧 V_1 、及びニッケル水素二次電池3の各端子電圧 V_2 の測定結果を示すグラフである。

[0079] 図5において、横軸は放電容量、左側縦軸は端子電圧 V_1 、 V_2 の電圧軸、右側縦軸は組電池1の端子電圧 V_b の電圧軸を示している。図4において、各端子電圧 V_1 、及び各端子電圧 V_2 は、それぞれほぼ重なって表示されている。

[0080] 図5に示すように、実施例4に示す組電池1を放電させると、放電容量が2Ahとなる付近で、各端子電圧 V_1 が急激に低下した。このとき、組電池1の端子電圧 V_b も急激に低下した。

[0081] 二次電池は、過放電させると特性が劣化する。そのため、放電時においても、二次電池を過放電により劣化させないように予め定められた放電終止電圧を、二次電池の端子電圧が下回らないように、放電を制御することが望ましい。リチウムイオン二次電池の放電終止電圧は、一般的に2.5V程度である。また、ニッケル水素二次電池の放電終止電圧は、一般的に1.0V程度である。

[0082] そして、図1に示す組電池1は、リチウムイオン二次電池2の電池容量の方が、ニッケル水素二次電池3の電池容量よりも小さいから、組電池1を放電させるとリチウムイオン二次電池2の方が先に放電末期になる結果、図5に示すように、リチウムイオン

二次電池2の端子電圧V1が、ニッケル水素二次電池3の各端子電圧V2より先に急激に低下することとなる。このとき、電池容量の大きいニッケル水素二次電池3はまだ放電末期に達していないから、端子電圧V2の低下は緩やかである。

[0083] そして、リチウムイオン二次電池2の平均放電電圧は、ニッケル水素二次電池3の平均放電電圧より高いので、組電池1の端子電圧Vbにおけるリチウムイオン二次電池2の端子電圧V1の比率は、組電池1の端子電圧Vbにおけるニッケル水素二次電池3の端子電圧V2の比率より大きい。そのため、図5に示す測定結果からも明らかなように、端子電圧V1が急激に低下すると、組電池1の端子電圧Vbもまた急激に低下することとなる。

[0084] ところで、組電池1から電力供給を受けて動作する負荷が単純な抵抗負荷ではなく、例えばパーソナルコンピュータ、通信装置、モータ、ポンプ、放電灯(蛍光灯)等の機器のように、機器が要求する一定の動作電源電圧Vop以上の電圧が供給されないと動作しない負荷装置であった場合、組電池1の端子電圧Vbが動作電源電圧Vopを下回ると、機器が動作を停止する結果、組電池1の放電電流が減少したり、ゼロになったりする。

[0085] 例えば、組電池1を自動車用のバッテリーとして使用した場合、組電池1から電力供給を受ける負荷には、燃料タンクからエンジンへ燃料を供給する燃料ポンプ、マイクロコンピュータ等を用いて構成された制御回路、各種センサ、無線装置等の負荷装置がある。これらの負荷装置は、動作電源電圧Vopが10.0V～10.5V程度である。

[0086] そうすると、組電池1を上述のような自動車用のバッテリーとして使用した場合、リチウムイオン二次電池2が放電末期に近づくと、図5に示すように、端子電圧V1と共に端子電圧Vbが急激に低下する。そして、端子電圧Vbが例えば10.5Vを下回ると、当該自動車に搭載された負荷装置の動作電源電圧Vopを下回る結果、負荷装置が停止して組電池1の放電電流が減少したり、ゼロになったりする。

[0087] この場合、ニッケル水素二次電池3はまだ放電末期に達していないから、ニッケル水素二次電池3の過放電が生じるおそれを低減することができる。また、このとき端子電圧V2は、約1.1Vである。そうすると、このとき、リチウムイオン二次電池2の単セルあたりの端子電圧V1は、 $\{10.5V - (1.1V \times 2)\} / 3 = 2.77V$ となる。動作電源

電圧 V_{op} が10.0Vであった場合であっても、端子電圧 V_b が10.0Vを下回るときの端子電圧 V_1 は、 $\{10.0V - (1.1V \times 2)\} / 3 = 2.6V$ となる。

[0088] すなわち、組電池1を、動作電源電圧 V_{op} が10.0V～10.5Vの負荷への電力供給に用いた場合、過放電を防止するための回路を別途設けることなく、自動的に、リチウムイオン二次電池の放電終止電圧である2.5Vより高い電圧で、組電池1の放電を制限することができる。

[0089] なお、動作電源電圧 V_{op} は、10.0V～10.5Vに限られない。また、ニッケル水素二次電池3の個数も2個に限られず、リチウムイオン二次電池2の個数も3個に限られない。水溶液系二次電池の平均放電電圧に、当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、非水系二次電池の放電終止電圧に、当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧が、動作電源電圧 V_{op} より低くなるように、水溶液系二次電池の個数と、非水系二次電池の個数とが設定されていれば、同様の効果が得られる。

[0090] しかしながら、動作電源電圧 V_{op} が10.0V～10.5Vの負荷装置が、組電池1の負荷として接続される場合には、ニッケル水素二次電池が2個、リチウムイオン二次電池が3個、直列に接続された組電池が好適である。なお、「実質的に10.0V以上、10.5V以下の範囲の電圧」とは、10.0V～10.5Vに対して、充電装置の出力精度誤差や特性バラツキ等による変動幅を許容する意味であり、例えば $10.0 - 0.1V$ ～ $14.5 + 0.1V$ を意味している。

[0091] また、例えば図6に示す電池システム10aのように、組電池1から負荷装置への放電経路を開閉するスイッチング素子16を備え、制御部15aによって、スイッチング素子16の開閉を制御するようにしてもよい。スイッチング素子16としては、例えばFET(Field Effect Transistor)が用いられる。

[0092] そして、制御部15aは、ニッケル水素二次電池3の平均放電電圧(例えば1.1V)に、当該ニッケル水素二次電池3の個数(例えば2個)を乗じた電圧と、リチウムイオン二次電池2の平均放電電圧(例えば3.6V)に、当該リチウムイオン二次電池2の個数(例えば3個)を乗じた電圧との合計電圧(例えば13V)より低く、ニッケル水素二次電池3の平均放電電圧(例えば1.1V)に、当該ニッケル水素二次電池3の個数(例えば2個)を乗じた電圧と、リチウムイオン二次電池2の放電終止電圧(例えば2.5V)

に、当該リチウムイオン二次電池2の個数(例えば3個)を乗じた電圧との合計電圧(例えば9.7V)より高い電圧(例えば10.5V)に予め設定された放電終止検知電圧を、電圧センサ12によって検出された端子電圧Vbが下回る場合、スイッチング素子16をオフして組電池1の放電を禁止する。

[0093] この場合であっても、図1に示す組電池1は、リチウムイオン二次電池2が放電末期に近づくことで端子電圧Vbが急激に低下するので、電圧センサ12及び制御部15aによって、端子電圧Vbが放電終止電圧を下回ったことを検出して組電池1の放電を遮断することが容易である。

[0094] 本発明の一局面に従う組電池は、水溶液系二次電池と、前記水溶液系二次電池よりも、一つあたりの電池容量が小さい非水系二次電池とを備え、前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続されている。

[0095] この構成によれば、当該組電池を定電圧充電によって充電すると、水溶液系二次電池を流れる充電電流と非水系二次電池を流れる充電電流は等しいから、電池容量が小さい非水系二次電池の方が、先に満充電に近づいて充電電流が減少し、定電圧充電が終了する。そうすると、充電終了時には、非水系二次電池より電池容量が大きい水溶液系二次電池はまだ満充電に達していないから、過充電になるおそれが高減される。さらに、同一種類の二次電池を複数直列接続した場合よりも、電池特性の異なる水溶液系二次電池と非水系二次電池とを組み合わせの方が、組み合わせにより得られる充電特性の選択の幅が広がるので、組電池全体の充電特性を所定の充電電圧に適合させて充電終了時の充電深度を増大することが容易となる。

[0096] また、前記水溶液系二次電池と、前記非水系二次電池とは、満充電状態における端子電圧が異なることが好ましい。

[0097] この構成によれば、満充電状態における端子電圧が異なる二種類の電池が組み合わされて、組電池が構成される。定電圧充電では、満充電状態における端子電圧がセルあたりの充電電圧として用いられるので、満充電状態における端子電圧が異なる二種類の電池が組み合わされた組電池は、組電池全体の充電電圧を所定の充電電圧に適合させて充電終了時の充電深度を増大することが容易となる。

[0098] また、前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続された直列回

路の両端には、予め設定された一定の充電電圧を出力する定電圧充電を行う充電回路から、前記充電電圧を受電するための接続端子が設けられ、前記水溶液系二次電池の満充電状態における端子電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧は、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧を整数倍して得られる電圧のうち、前記充電電圧に最も近い電圧よりも、前記充電電圧との差が小さくなるように、前記水溶液系二次電池の個数と、前記非水系二次電池の個数とが設定されていることが好ましい。

[0099] この構成によれば、水溶液系二次電池の満充電状態における端子電圧に、直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、非水系二次電池の満充電状態における端子電圧に、直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧、すなわち、本来当該組電池を満充電にするために必要となる充電電圧と、充電回路から供給される充電電圧との差が、非水系二次電池の満充電状態における端子電圧を整数倍して得られる電圧のうち、充電回路から供給される充電電圧に最も近い電圧よりも小さい。従って、当該組電池を前記充電回路によって定電圧充電した場合、非水系二次電池のみを用いて構成された組電池を前記充電回路によって定電圧充電した場合よりも、満充電に近い電圧まで組電池を充電することができ、すなわち充電終了時の充電深度を増大することが可能となる。

[0100] また、前記合計電圧は、前記充電電圧以上にされており、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧を整数倍して得られる電圧のうち、前記充電電圧以上であってかつ前記充電電圧に最も近い電圧よりも、前記充電電圧との差が小さいことが好ましい。

[0101] この構成によれば、前記合計電圧、すなわち本来当該組電池を満充電にするために必要となる充電電圧は、充電回路から供給される充電電圧以上であるから、当該組電池をこの充電回路で定電圧充電した場合に、組電池に過電圧が印加されるおそれが低減される。

[0102] また、前記充電回路は、鉛蓄電池用の充電回路であり、前記直列回路に含まれる

、前記水溶液系二次電池の個数と前記非水系二次電池の個数とは、2:3の比率にされていることが好ましい。

[0103] この構成によれば、鉛蓄電池用の充電回路から供給される充電電圧と、当該組電池を満充電にするために必要となる充電電圧との差を減少させて、充電終了時の充電深度を増大することが可能となる。

[0104] また、前記充電電圧は、実質的に14.5Vであり、前記直列回路は、2個の水溶液系二次電池と3個の非水系二次電池とが直列接続されていることが好ましい。

[0105] この構成によれば、組電池に14.5Vを印加して定電圧充電を行った場合に、非水系二次電池一つあたりの充電電圧を、非水系二次電池の満充電状態における端子電圧より低くして過充電のおそれを低減しつつ、当該非水系二次電池一つあたりの充電電圧を、非水系二次電池のみを直列接続して組電池を構成した場合よりも高くして充電深度を増大することが容易となる。

[0106] また、前記非水系二次電池は、前記水溶液系二次電池よりも平均放電電圧が高いことが好ましい。

[0107] この構成によれば、非水系二次電池の平均放電電圧が、水溶液系二次電池の平均放電電圧よりも高いので、組電池全体の端子電圧に占める非水系二次電池の端子電圧の比率が増大する。そうすると、水溶液系二次電池よりも電池容量が小さい非水系二次電池が、水溶液系二次電池よりも先に放電末期になって、非水系二次電池の端子電圧の低下が急激になると、組電池の端子電圧の低下も急激になる。従って、このように構成された組電池は、端子電圧の変化から、外部で非水系二次電池が放電末期になったことを検知することが容易となる。従って、非水系二次電池が放電末期になったことを検知して、組電池の放電を禁止し、過放電することを抑制することもまた、容易となる。また、このように構成された組電池は、非水系二次電池が放電末期になったとき、水溶液系二次電池はまだ放電末期にはならないから、組電池の端子電圧に基づき組電池の放電を禁止すれば、非水系二次電池及び水溶液系二次電池のいずれについても過放電を抑制することが容易となる。

[0108] また、前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続された直列回路の両端には、予め設定された動作電源電圧以上の電源電圧が供給された場合に

動作する負荷装置へ、当該直列回路の両端電圧を前記電源電圧として供給するための接続端子が設けられ、前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の過放電を防止するために放電を停止すべき電圧として予め設定された放電終止電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧が、前記動作電源電圧より低くなるように、前記水溶液系二次電池の個数と、前記非水系二次電池の個数とが設定されていることが好ましい。

[0109] この構成によれば、水溶液系二次電池と非水系二次電池との直列回路の両端電圧、すなわち組電池の端子電圧が、負荷装置の電源電圧として供給される。そして、水溶液系二次電池の平均放電電圧に、当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、非水系二次電池の放電終止電圧に、当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧が、動作電源電圧より低くなるように、水溶液系二次電池の個数と、非水系二次電池の個数とが設定されている。その結果、組電池が放電して非水系二次電池の端子電圧が低下すると、非水系二次電池の端子電圧が放電終止電圧以下になる前に、前記合計電圧すなわち組電池の端子電圧が、動作電源電圧を下回る。そうすると、組電池が、動作電源電圧以上の電源電圧が供給された場合に動作する負荷装置に接続された場合には、非水系二次電池の端子電圧が放電終止電圧以下になる前に、負荷装置が動作しなくなって消費電流が減少する結果、組電池の放電電流が減少するので、組電池が過放電状態になるおそれが低減される。

[0110] また、前記動作電源電圧は、実質的に10.0V以上、10.5V以下の範囲の電圧であり、前記直列回路は、2個の水溶液系二次電池と3個の非水系二次電池とが直列接続されていることが好ましい。

[0111] この構成によれば、水溶液系二次電池の平均放電電圧に、当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、非水系二次電池の放電終止電圧に、当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧を、動作電源電圧より低くすることが容易である。

[0112] また、前記水溶液系二次電池は、ニッケル水素二次電池であることが好ましい。ニッケル水素二次電池は、水溶液系二次電池の中でも高エネルギー密度であるため、

組電池をより軽量コンパクト化することが可能となる。

[0113] また、前記非水系二次電池は、リチウムイオン二次電池であることが好ましい。リチウムイオン二次電池は、非水系二次電池の中でも高エネルギー密度であるため、組電池をより軽量コンパクト化することが可能となる。

[0114] また、本発明の一局面に従う電池システムは、上述の組電池と、前記充電回路とを備える。この構成によれば、充電回路によって、上述の組電池を定電圧充電することにより、過充電になるおそれを低減しつつ充電終了時の充電深度を増大することが容易となる。

[0115] また、本発明の一局面に従う電池システムは、上述の組電池と、前記組電池の前記負荷装置への放電経路を開閉するスイッチング素子と、前記組電池の両端電圧を検出する電圧検出部と、前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧より低く、前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の前記放電終止電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧より高い電圧に予め設定された放電終止検知電圧を、前記電圧検出部によって検出された電圧が下回る場合、前記スイッチング素子を開かせる制御部とを備える。

[0116] この構成によれば、電圧検出部によって検出された組電池の両端電圧が、放電終止検知電圧を下回ると、制御部によって、スイッチング素子が開かれて、組電池の放電電流が遮断される。

[0117] そして、放電終止検知電圧は、水溶液系二次電池の平均放電電圧と当該水溶液系二次電池の個数とを乗じた電圧と、非水系二次電池の平均放電電圧と当該非水系二次電池の個数とを乗じた電圧との合計電圧より低く設定されている。そのため、水溶液系二次電池及び非水系二次電池がそれぞれ平均放電電圧を出力しており、まだ放電末期に達していない場合には、組電池の両端電圧が放電終止検知電圧を下回ることがなく、従って、制御部によってスイッチング素子が開かれないので、放電

が継続する。

- [0118] さらに、放電終止検知電圧は、水溶液系二次電池の平均放電電圧と当該水溶液系二次電池の個数とを乗じた電圧と、非水系二次電池の放電終止電圧と当該非水系二次電池の個数とを乗じた電圧との合計電圧より高い電圧に設定されている。そのため、水溶液系二次電池より電池容量の小さい非水系二次電池が先に放電末期に達して非水系二次電池の端子電圧が低下すると、非水系二次電池の端子電圧が放電終止電圧を下回る前に、組電池の両端電圧が放電終止検知電圧を下回る。そうすると、制御部によって、スイッチング素子が開かれて組電池の放電電流が遮断されるので、非水系二次電池及び水溶液系二次電池が過放電状態になることが抑制される。

産業上の利用可能性

- [0119] 本発明に係る組電池は、二輪車や四輪車その他工事車両等の車載用のバッテリーとして用いられる組電池や、携帯型パーソナルコンピュータやデジタルカメラ、携帯電話機等の電子機器、電気自動車やハイブリッドカー等の車両等の電源として用いられる組電池として好適に利用することができる。また、このような組電池を用いた電池システムとして好適である。

請求の範囲

- [1] 水溶液系二次電池と、
前記水溶液系二次電池よりも、一つあたりの電池容量が小さい非水系二次電池とを備え、
前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続されていること
を特徴とする組電池。
- [2] 前記水溶液系二次電池と、前記非水系二次電池とは、満充電状態における端子電圧が異なること
を特徴とする請求項1記載の組電池。
- [3] 前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続された直列回路の両端には、予め設定された一定の充電電圧を出力する定電圧充電を行う充電回路から、前記充電電圧を受電するための接続端子が設けられ、
前記水溶液系二次電池の満充電状態における端子電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧は、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧を整数倍して得られる電圧のうち、前記充電電圧に最も近い電圧よりも、前記充電電圧との差が小さくなるように、前記水溶液系二次電池の個数と、前記非水系二次電池の個数とが設定されていること
を特徴とする請求項1又は2記載の組電池。
- [4] 前記合計電圧は、
前記充電電圧以上にされており、
前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧を整数倍して得られる電圧のうち、前記充電電圧以上であってかつ前記充電電圧に最も近い電圧よりも、前記充電電圧との差が小さいこと
を特徴とする請求項3記載の組電池。
- [5] 前記充電回路は、鉛蓄電池用の充電回路であり、
前記直列回路に含まれる、前記水溶液系二次電池の個数と前記非水系二次電池

の個数とは、2:3の比率にされていること

を特徴とする請求項3又は4記載の組電池。

[6] 前記充電電圧は、実質的に14.5Vであり、

前記直列回路は、2個の水溶液系二次電池と3個の非水系二次電池とが直列接続されていること

を特徴とする請求項5記載の組電池。

[7] 前記非水系二次電池は、

前記水溶液系二次電池よりも平均放電電圧が高いこと

を特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の組電池。

[8] 前記水溶液系二次電池と前記非水系二次電池とが直列接続された直列回路の両端には、予め設定された動作電源電圧以上の電源電圧が供給された場合に動作する負荷装置へ、当該直列回路の両端電圧を前記電源電圧として供給するための接続端子が設けられ、

前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の過放電を防止するために放電を停止すべき電圧として予め設定された放電終止電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧が、前記動作電源電圧より低くなるように、前記水溶液系二次電池の個数と、前記非水系二次電池の個数とが設定されていること

を特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の組電池。

[9] 前記動作電源電圧は、実質的に10.0V以上、10.5V以下の範囲の電圧であり、

前記直列回路は、2個の水溶液系二次電池と3個の非水系二次電池とが直列接続されていること

を特徴とする請求項8記載の組電池。

[10] 前記水溶液系二次電池は、ニッケル水素二次電池であること

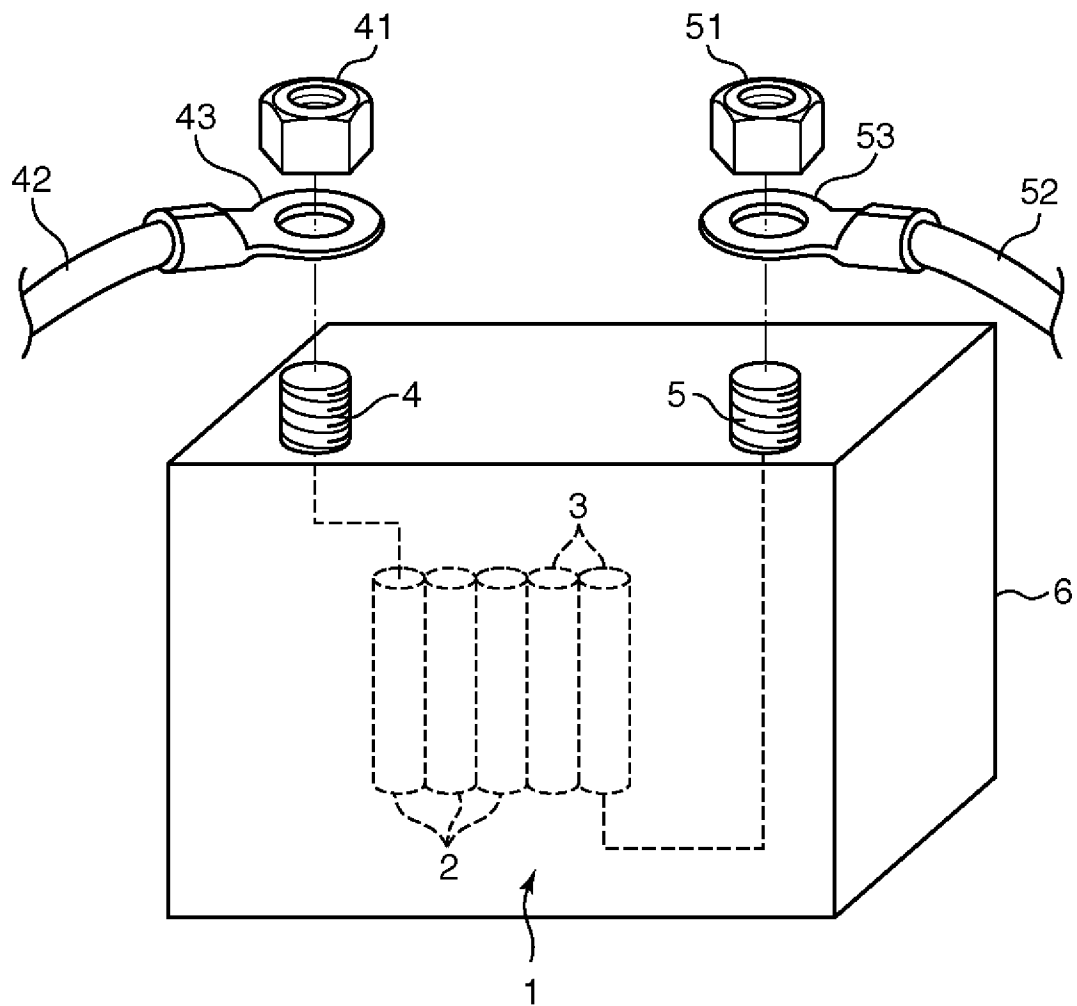
を特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の組電池。

[11] 前記非水系二次電池は、リチウムイオン二次電池であること

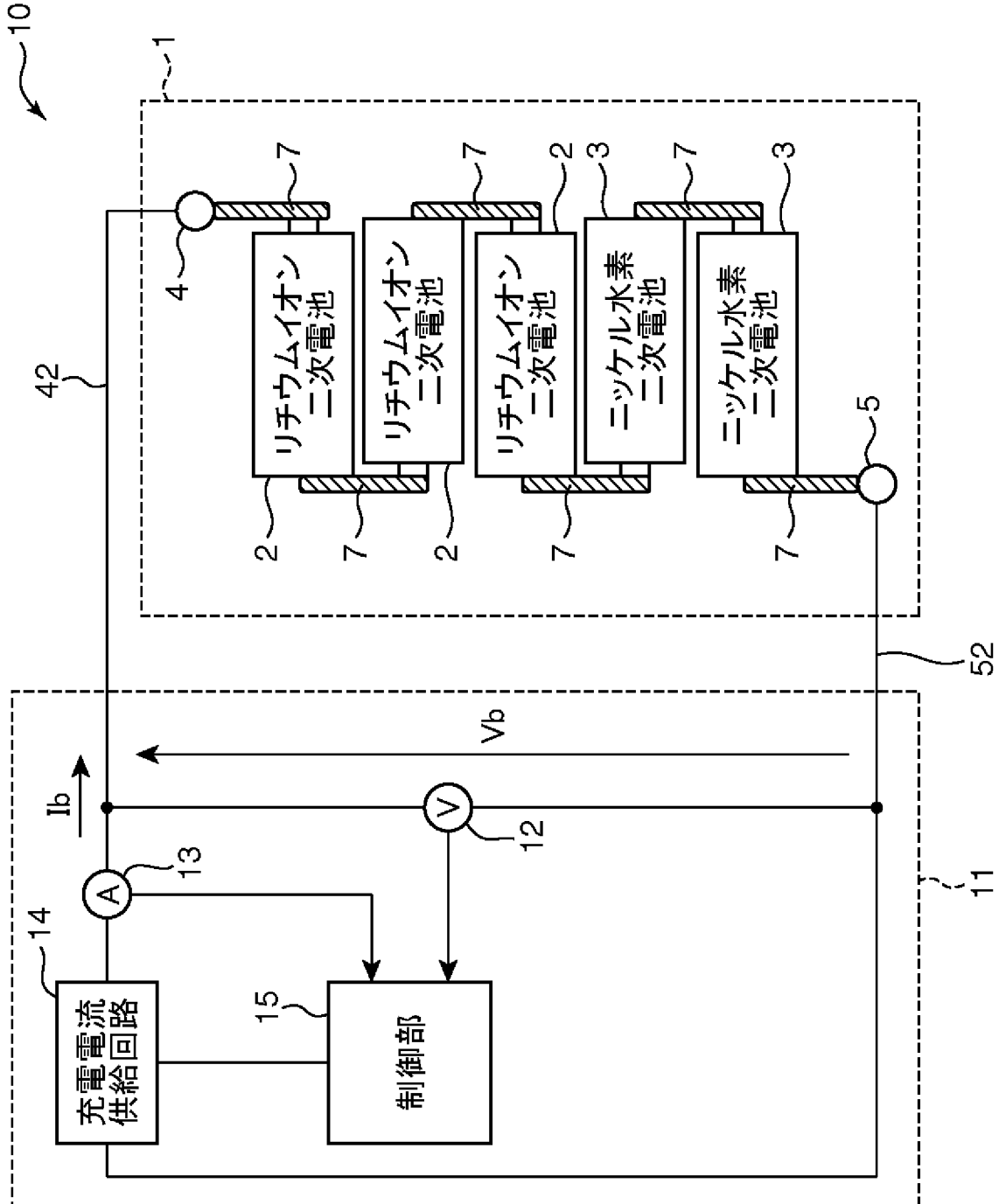
を特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の組電池。

- [12] 請求項3～6のいずれか1項に記載の組電池と、
前記充電回路と
を備えることを特徴とする電池システム。
- [13] 請求項8又は9に記載の組電池と、
前記組電池の前記負荷装置への放電経路を開閉するスイッチング素子と、
前記組電池の両端電圧を検出する電圧検出部と、
前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧より低く、
前記水溶液系二次電池の平均放電電圧に、前記直列回路に含まれる当該水溶液系二次電池の個数を乗じた電圧と、前記非水系二次電池の前記放電終止電圧に、
前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数を乗じた電圧との合計電圧より高い電圧に予め設定された放電終止検知電圧を、前記電圧検出部によって検出された電圧が下回る場合、前記スイッチング素子を開かせる制御部と
を備えることを特徴とする電池システム。

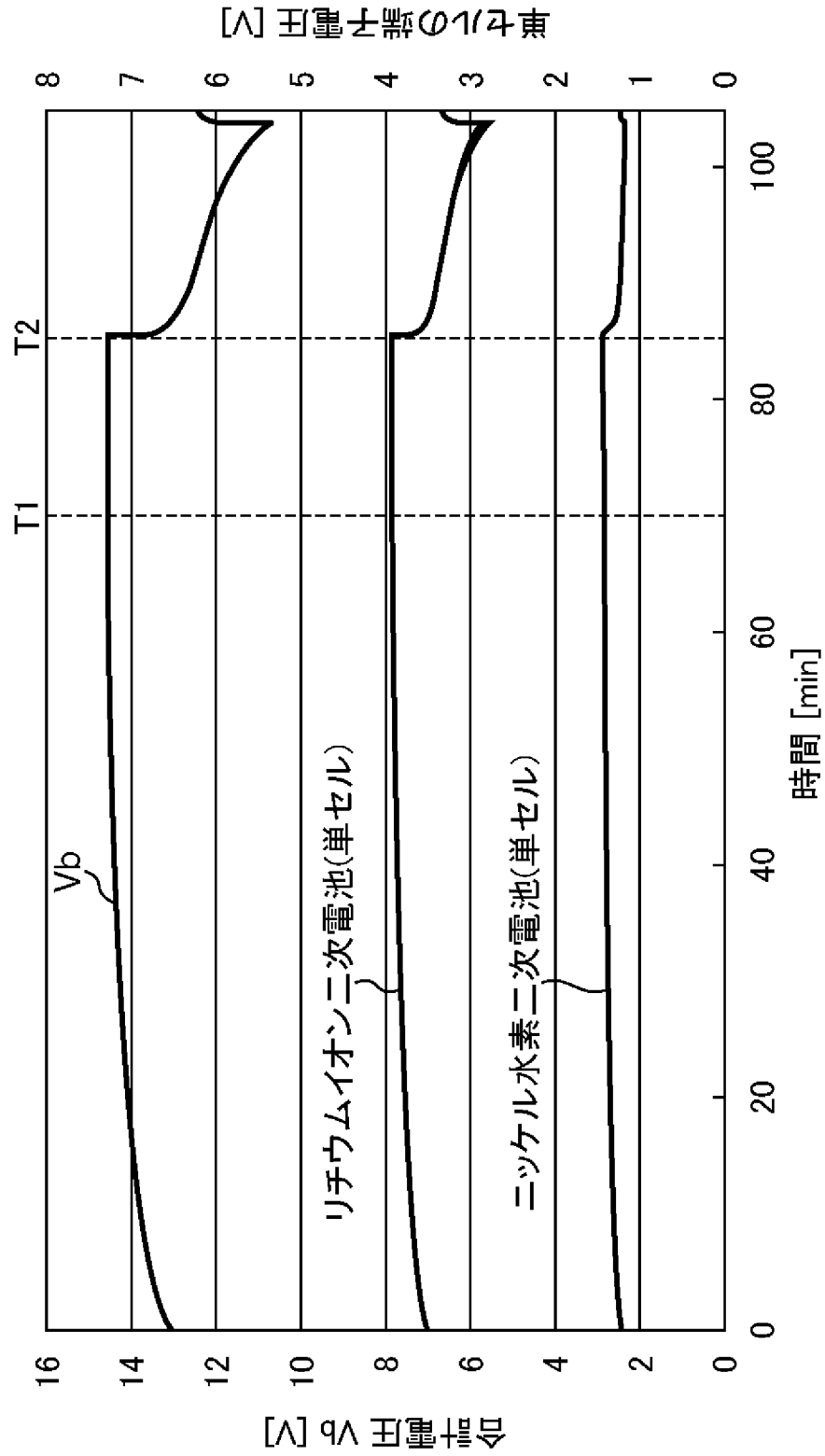
[図1]



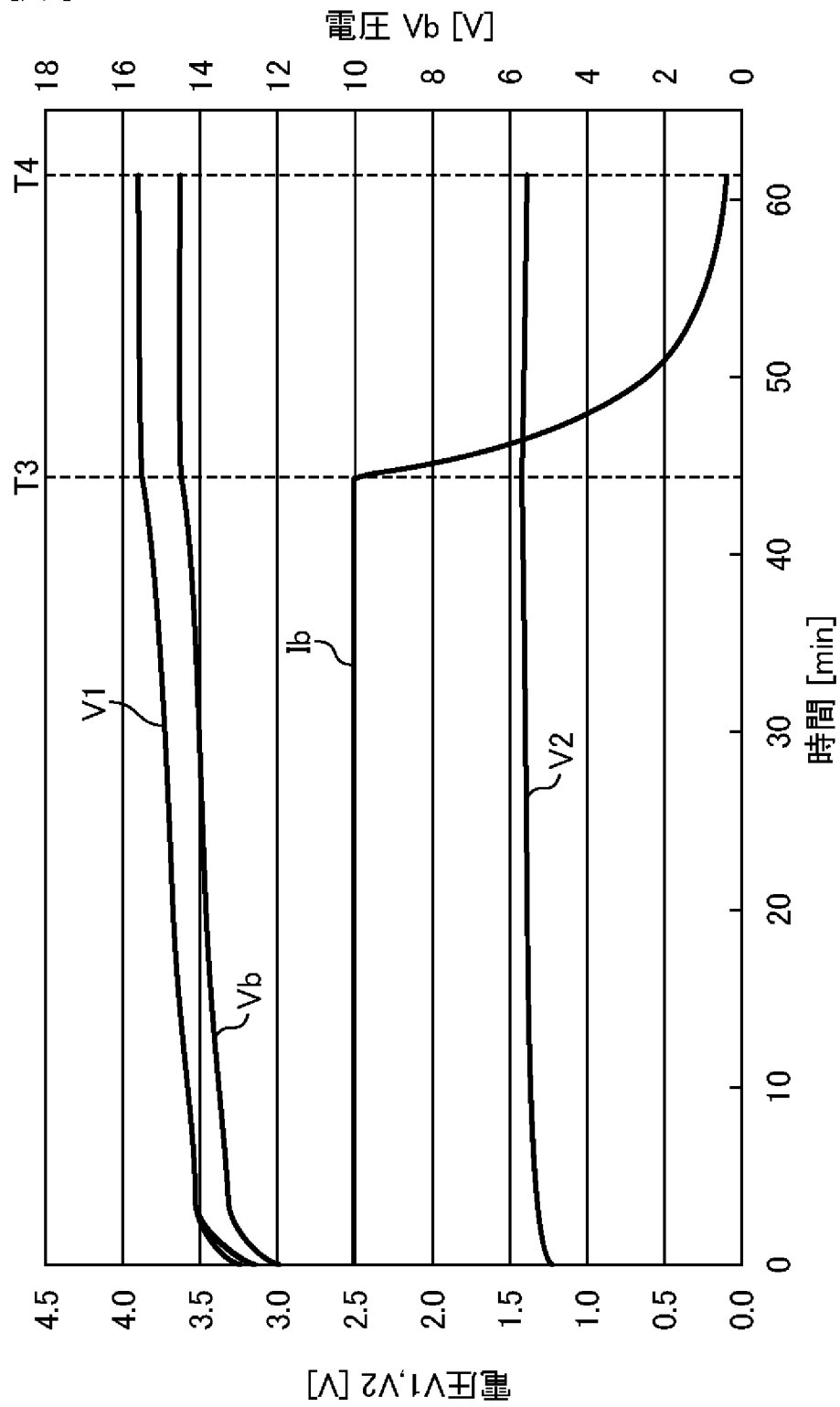
[図2]



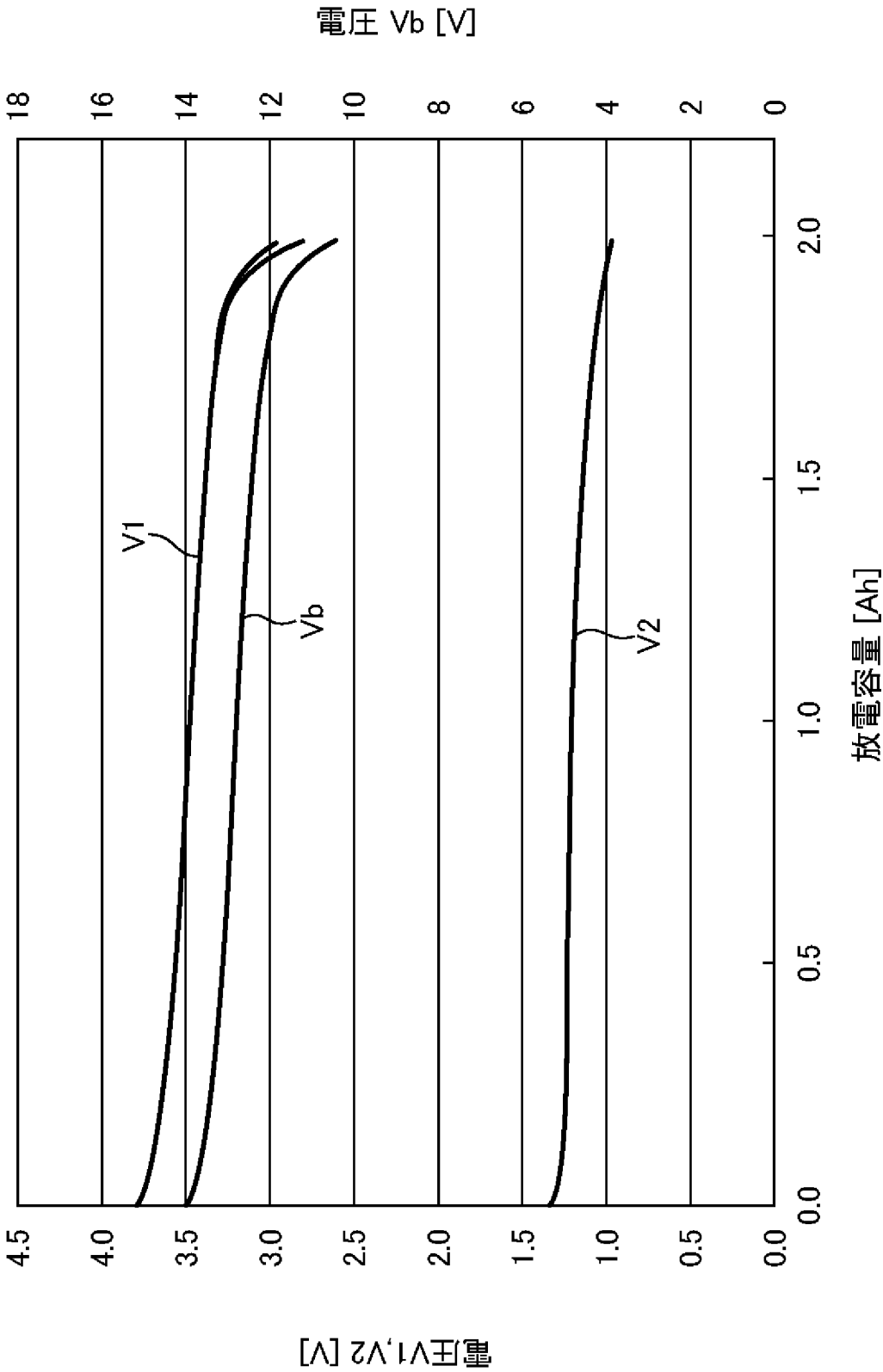
[図3]



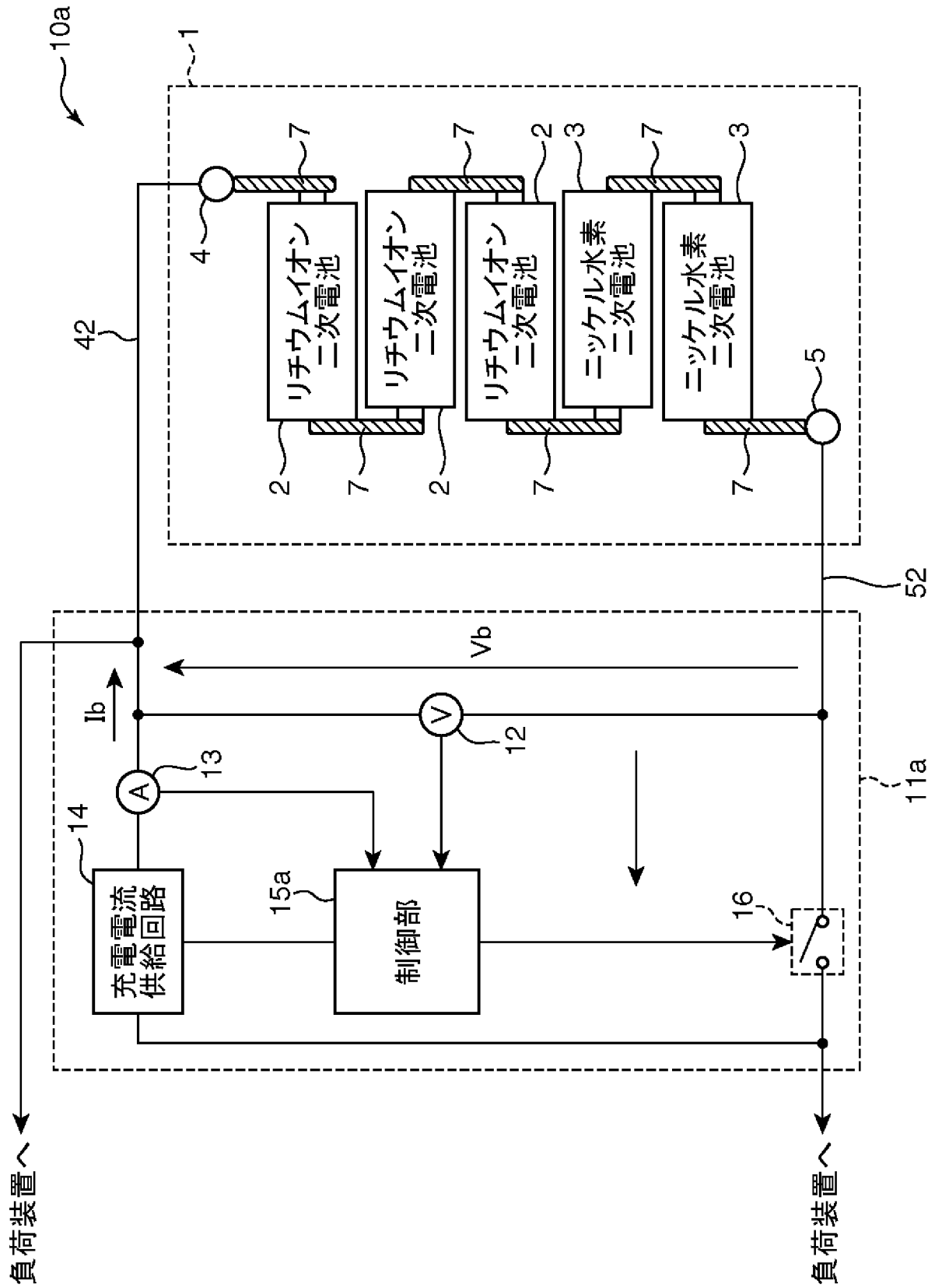
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/069164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M16/00(2006.01) i, H01M10/44(2006.01) i, H02J7/02(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)

H01M16/00, H01M10/44, H02J7/02

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.
X	JP 2004-342580 A (Makita Corp.), 02 December, 2004 (02.12.04), Claims 1 to 5; Par. Nos. [0004] to [0010]; examples & WO 2004/95611 A1	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "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)
 "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

"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
 "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
 "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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 December, 2007 (11.12.07)

Date of mailing of the international search report
25 December, 2007 (25.12.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01M16/00(2006.01)i, H01M10/44(2006.01)i, H02J7/02(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 (I P C))

Int.Cl. H01M16/00, H01M10/44, H02J7/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 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
X	JP 2004-342580 A (株式会社マキタ) 2004. 12. 02, 請求項 1-5, 段落 0004-0010, 実施例など & WO 2004/95611 A1	1-13

☐ 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

1 1 . 1 2 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 2 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

植前 充司

4 X

9 4 4 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7