

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5262027号  
(P5262027)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>HO 2 J</b>	<b>7/02</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 J 7/02 H
<b>HO 1 M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M 10/44 P
<b>HO 1 M</b>	<b>16/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M 16/00

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-232333 (P2007-232333)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成19年9月7日(2007.9.7)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2009-65795 (P2009-65795A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成21年3月26日(2009.3.26)	(74) 代理人	100109667
審査請求日	平成22年9月7日(2010.9.7)		弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(74) 代理人	100137202
			弁理士 寺内 伊久郎
		(72) 発明者	杉山 茂行
			大阪府守口市松下町1番1号 松下電池工業株式会社内
		(72) 発明者	青木 護
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組電池、及び電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項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、  
前記非水系二次電池と前記水溶液系二次電池とを、極性が逆になるように直列接続し、前記非水系二次電池の極性に基づいて充電および放電を行うようにしたこと  
を特徴とする組電池。

【請求項2】

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、

前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧  $V_1$  に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数  $n_1$  を乗じた電圧  $V_1 n_1$  から、前記水溶液系二次電池の放電状態における端子電圧  $V_2$  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  $n_2$  を乗じた電圧  $V_2 n_2$  を減じた差分電圧  $V_1 n_1 - V_2 n_2$  は、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧  $V_1$  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いこと

を特徴とする請求項1記載の組電池。

【請求項3】

前記差分電圧  $V_1 n_1 - V_2 n_2$  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 $V_1$ 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 2 記載の組電池。

【請求項 4】

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、1 : 4 の比率にされていること  
を特徴とする請求項 2 又は 3 記載の組電池。

10

【請求項 5】

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 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の組電池。

【請求項 6】

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 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の組電池。

【請求項 7】

請求項 2 ~ 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。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の二次電池を備える組電池、及びこの組電池を充電および放電する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。）。

30

【特許文献 1】特開平 9 - 180768 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【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。

40

【0004】

50

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（CCC V）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、DC 12 V出力の鉛蓄電池は、14.5 Vで定電圧充電が行われる。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、14.5 V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。

10

【0006】

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4.2 V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。

【0007】

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、4.2 Vに対して充電電圧が低すぎて充電深度（SOC）が50%程度またはそれ以下にしかならず、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。

20

【0008】

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。

30

【0009】

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。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る組電池は、水溶液系二次電池と、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、非水系二次電池と水溶液系二次電池とを、極性が逆になるように直列接続し、非水系二次電池の極性に基づいて充電および放電を行うようにしたことを特徴とする。

40

【0011】

この構成によれば、当該組電池を定電圧充電する際に、非水系二次電池は充電され、水溶液系二次電池は放電される。これらの充電と放電の電流値は等しいから、水溶液系二次電池が完全に放電されるより先に、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の方が先に満充電に近づくことにより組電池自体の電圧が所定値（例えば定電圧充電器の規格電圧）に達して充電電流が減衰し、水溶液系二次電池を過放電させることも非水

50

系二次電池を過充電させることもなく、組電池の充電が終了する。

【0012】

仮に鉛蓄電池用の14.5V定格の定電圧充電器を用いる場合、特許文献2に基づけば3個の非水系二次電池と2個の水溶液系二次電池を用いて組電池を構成することになり、本発明に基づけば4個の非水系二次電池と1個の水溶液系二次電池を用いて組電池を構成することになる。両者を比較すれば、本発明に基づく組電池の方が、単位重量当りのエネルギー密度が高い非水系二次電池を多く活用する分だけ軽量化が可能になるという利点を有する。

【0013】

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、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧 $V_1$ に、前記直列回路に含まれる当該非水系二次電池の個数 $n_1$ を乗じた電圧 $V_1 n_1$ から、前記水溶液系二次電池の放電状態における端子電圧 $V_2$ 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 $n_2$ を乗じた電圧 $V_2 n_2$ を減じた差分電圧 $V_1 n_1 - V_2 n_2$ は、前記非水系二次電池の満充電状態における端子電圧 $V_1$ 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いことが好ましい。

10

【0014】

この構成によれば、差分電圧 $V_1 n_1 - V_2 n_2$ 、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。

20

【0015】

また、前記差分電圧 $V_1 n_1 - V_2 n_2$ 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。

30

【0016】

この構成によれば、差分電圧 $V_1 n_1 - V_2 n_2$ 、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。

【0017】

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、1:4の比率にされていることが好ましい。

40

【0018】

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。

【0019】

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。

【0020】

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

50

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。

【0021】

上述した構成では、前記組電池の充電時において、ニッケル水素二次電池の電圧は1.0V以上1.2V以下であり、リチウムイオン二次電池の電圧は3.9V以上4.1V以下である。また前記組電池の放電時において、ニッケル水素二次電池の電圧は1.3V以上1.5V以下であり、リチウムイオン二次電池の電圧は3.7V以下である。これにより、ニッケル水素二次電池の過放電や過充電を避けることができる。

【0022】

さらには前記ニッケル水素二次電池の大電流放電特性を、リチウムイオン二次電池の大電流放電特性より低くすることが好ましい。この構成によれば、車両の発電機のように充電時の突入電流が大きくなる可能性のある充電器においても、リチウムイオン二次電池の充電を抑制することができる。具体的には、組電池が大電流で充電される際、逆接されたニッケル水素二次電池は大電流放電に適さないように構成されているので放電電圧が低下する。すると充電器の定格電圧とニッケル水素二次電池の放電電圧との和で示されるリチウムイオン二次電池の充電終止電圧は低下し、リチウムイオン二次電池の電圧上昇が抑制できるようになり、安全性の面から好ましい態様となる。

【0023】

また、本発明に係る電池システムは、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。

【発明の効果】

【0024】

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する際に、非水系二次電池は充電され、水溶液系二次電池は放電される。これらの充電と放電の電流値は等しいから、水溶液系二次電池が完全に放電されるより先に、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の方が先に満充電に近づくことにより組電池自体の電圧が所定値（例えば定電圧充電器の規格電圧）に達して充電電流が減衰し、水溶液系二次電池を過放電させることも非水系二次電池を過充電させることもなく、組電池の充電が終了する。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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

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、4個のリチウムイオン二次電池2と1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。ここでニッケル水素二次電池3の負極端子は、近接するリチウムイオン二次電池2の負極端子と直列接続されている。

【0026】

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。接続端子4はニッケル水素二次電池3から最も離れているリチウムイオン二次電池2の正極端子と接続され、組電池1の正極端子を構成している。一方、接続端子5はニッケル水素二次電池3の正極端子と接続され、組電池1の負極端子を構成している。すなわち組電池1の極性はリチウムイオン二次電池2の極性と合致しており、ニッケル水素二次電池3は組電池1の極性に対して逆接されることになる。

【0027】

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

10

20

30

40

50

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いる。

【0028】

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。

10

【0029】

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やすくなる。また、組電池1は、必ずしも筐体6に収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。

20

【0030】

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、4個のリチウムイオン二次電池2と1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。ここでニッケル水素二次電池3の負極端子は、近接するリチウムイオン二次電池2の負極端子と直列接続されており、接続端子4はニッケル水素二次電池3から最も離れているリチウムイオン二次電池2の正極端子と接続され、組電池1の正極端子を構成している。一方、接続端子5はニッケル水素二次電池3の正極端子と接続され、組電池1の負極端子を構成している。なお図1および2では、同種の電池を近接して配置しているが、異種の電池はどこに配置されてもかまわない。

30

【0031】

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。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。

【0032】

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。

40

【0033】

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。

【0034】

50

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。

【0035】

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、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。

10

【0036】

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。

20

【0037】

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。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。

30

【0038】

一方、水溶液系二次電池は、放電深度の変化に対してゆるやかに端子電圧が変化する特性があり、例えばニッケル水素二次電池では、充電状態から放電するときの閉路電圧は約1.2V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Vb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、 $(14.5V + 1.2V) / 4 = 3.925V$ 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。

40

【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4を乗じた電圧とニッケル水素二次電池の放電時における閉路電圧1.2Vとの差分電圧である15.6Vの方が、鉛蓄電池用の充電電圧14.5Vとの差が小さくなる。

【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

50

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 4.2 V 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、12 V、24 V、42 V というように、12 V 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、14.5 V ~ 15.5 V の倍数となる。そこで、ニッケル水素電池 1 個とニッケル水素電池より電池容量の小さいリチウムイオン二次電池 4 個を、ニッケル水素電池を逆接にして直列接続した組電池を 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、ニッケル水素電池の個数とリチウムイオン二次電池の個数とを 1 : 4 の比率にすれば、鉛蓄電池の出力電圧が 12 V 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。

10

【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】

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 (a) は本発明の組電池 1 に用いるリチウムイオン二次電池 2 の充放電挙動を示す図であり、(b) は本発明の組電池 1 に用いるニッケル水素二次電池 3 の充放電挙動を示す図であり、(c) は本発明の組電池 1 の充電挙動を示す図であり、(d) は本発明の組電池 1 の放電挙動を示す図である。なお図 3 (a) ~ (d) において、横軸は充放電容量、縦軸は組電池 1、リチウムイオン二次電池 2 あるいはニッケル水素二次電池 3 の充放電電圧を示す。ここで曲線 a - 1 および a - 2 はリチウムイオン二次電池 2 の充電時および放電時の端子電圧を、曲線 b - 1 および b - 2 はニッケル水素二次電池 3 の充電時および放電時の端子電圧を示す。また組電池 1 は、4 個のリチウムイオン二次電池 2 に、1 個のニッケル水素二次電池 3 を逆接したものである。さらに組電池 1 は定格電圧が 14.5 V である充電器を含む充電回路 11 によって充電され、機器側の制御によって 10.5 V に達した際に放電が終了する。

20

30

【0045】

図 3 (a) および (b) に示すように、本発明の組電池 1 は、リチウムイオン二次電池 2 の充放電容量よりも、ニッケル水素二次電池 3 の充放電容量の方が大きくなるように構成している。さらにリチウムイオン二次電池 2 とニッケル水素二次電池 3 とを、極性が逆になるように直列接続し、リチウムイオン二次電池 2 の極性に基づいて組電池 1 を充放電するので、図 3 (c) および (d) に示すように、特有の充放電挙動を示すようになる。

【0046】

図 3 (c) を用いて、組電池 1 の充電について詳述する。曲線 c - 1 は接続端子 4, 5 間の電圧、すなわち組電池 1 の充電電圧（差分電圧） $V_b$  である。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 1.5 A の充電電流  $I_b$  が、電線 42 を介して組電池 1 へ出力され、リチウムイオン二次電池 2 が定電流充電されるとともにニッケル水素二次電池 3 が定電流放電され、トータルとして差分電圧  $V_b$  が上昇して組電池 1 が定電流充電されることになる。

40

【0047】

ここでニッケル水素二次電池 3 の端子電圧は、組電池 1 の充電とともに少しずつ低下していく。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。そのとき、差分電圧  $V_b$  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。しかし組電池の充電深度が高くなるにつれ、ニッケル水素二次電池は徐々に放

50



電されて電圧は低下する。具体的には、組電池 1 は極性がリチウムイオン二次電池 2 のそれと同じであり、かつ 4 個のリチウムイオン二次電池 2 と 1 個のニッケル水素二次電池 3 の極性が逆になるように直列接続されているので、4 個のリチウムイオン二次電池 2 の充電電圧の総和  $c - 2$  が、充電器とニッケル水素二次電池 3 の放電電圧との総和  $b - 2'$  に達する容量  $1$  まで、定電流充電は継続する。

【0048】

そして、電圧センサ 12 によって検出された差分電圧  $V_b$  が  $14.5V$  に達すると ( $-1$ )、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。

10

【0049】

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、充電電流が減少する。そして、電流センサ 13 によって検出された充電電流が、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 ( $-2$ )。このような挙動を示すのは、リチウムイオン二次電池 2 の充放電容量  $2$  よりも、ニッケル水素二次電池 3 の充放電容量  $3$  の方が大きいからである。ニッケル水素二次電池 3 は、放電の中間時に比較的平坦な電圧を示すために、4 個のリチウムイオン二次電池 2 の充電電圧の総和  $c - 2$  が充電器とニッケル水素二次電池 3 の放電電圧との総和  $b - 2'$  に達する容量  $1$  から、充電が終了する容量  $2$  まで、リチウムイオン二次電池 2 を定電圧充電できる。

20

【0050】

$2$  はリチウムイオン二次電池 2 の充放電容量  $2$  よりも十分に小さいため、リチウムイオン二次電池 2 が過充電されることはない。また  $2$  はニッケル水素二次電池 3 の充放電容量  $3$  よりも十分に小さいため、ニッケル水素二次電池 3 が過放電されることはない。

【0051】

ここでニッケル水素二次電池 3 の大電流放電特性を意図的に低下させると、車両の発電機のように充電時の突入電流が大きくなる可能性のある充電器においても、リチウムイオン二次電池 2 の充電を抑制することができる。具体的には、組電池 1 が大電流で充電される際、逆接されたニッケル水素二次電池 3 は大電流放電に適さないように構成されているので放電電圧が低下し、充電器とニッケル水素二次電池 3 の放電電圧との総和  $b - 2'$  もまた低下して、容量  $1$ 、及び充電が終了する容量  $-2$  が早まって (充電容量が小さくなって) リチウムイオン二次電池 2 の電圧上昇が抑制できるようになり、安全性の面から好ましい態様となる。

30

【0052】

図 3 (d) において、曲線  $d - 1$  は接続端子 4, 5 間の電圧、すなわち組電池 1 の放電電圧である。組電池 1 は、極性がリチウムイオン二次電池 2 のそれと同じであり、かつ 4 個のリチウムイオン二次電池 2 と 1 個のニッケル水素二次電池 3 の極性が逆になるように直列接続されているので、4 個のリチウムイオン二次電池 2 の充電電圧の総和  $d - 2$  が、機器側の制御電圧とニッケル水素二次電池 3 の充電電圧との総和  $b - 1'$  に達する容量  $3$  まで放電は継続する。容量  $3$  はリチウムイオン二次電池 2 の充放電容量  $2$  よりも十分に小さいため、リチウムイオン二次電池 2 が過放電されることはない。また  $3$  はニッケル水素二次電池 3 の充放電容量  $3$  よりも十分に小さいため、ニッケル水素二次電池 3 が過充電されることはない。

40

【0053】

ここでニッケル水素二次電池 3 の大電流充電特性を意図的に低下させると、車両の機器が一斉に使用されて放電電流が大きくなる場合においても、リチウムイオン二次電池 2 の

50

放電を抑制することができる。具体的には、組電池 1 が大電流で放電される際、逆接されたニッケル水素二次電池 3 は大電流充電に適さないように構成されているので充電電圧が上昇し、機器側の制御電圧とニッケル水素二次電池 3 の充電電圧との総和  $b - 1'$  もまた上昇して、放電が終了する  $- 3$  が早まって（放電容量が小さくなって）リチウムイオン二次電池 2 の過放電が抑制できるようになり、耐久性の面から好ましい態様となる。

【 0 0 5 4 】

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る。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、充電終了時においてニッケル水素二次電池 3 が放電されるために、リチウムイオン二次電池 2 が十分に充電されないままに充電が停止する。

10

【 0 0 5 5 】

しかしながら、自己放電速度は電池電圧に依存し、一般的に充電状態よりも放電状態の自己放電は小さい。車両の発電機に接続される組電池 1 は常に充電状態にあり、それゆえに、逆接されているニッケル水素二次電池 3 は常に放電状態にある。よっておのずからニッケル水素二次電池 3 の自己放電速度は減少する傾向にある。

【 0 0 5 6 】

なお、充電回路 1 1 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。

20

【 実施例 1 】

【 0 0 5 7 】

非水系二次電池として松下電池工業（株）製 C G R 1 8 6 5 0 C F（電池容量 2 . 2 5 A h）、水溶液系二次電池として松下電池工業（株）製 H H R 3 3 0 A P H（電池容量 3 . 3 A h）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 L C - P 1 2 2 R 2 J（電池容量 2 . 2 A h）を用いた。

【 0 0 5 8 】

（実施例 1）

C G R 1 8 6 5 0 C F（電池容量 2 . 2 5 A h）を 4 セルと H H R 3 3 0 A P H（電池容量 3 . 3 A h）を 1 セルの計 5 セルを、H H R 3 3 0 A P H のみ逆接として直列に接続し、実施例 1 の組電池とした。

30

【 0 0 5 9 】

（比較例 1）

L C - P 1 2 2 R 2 J（電池容量 2 . 2 A h）1 セルを比較例 1 の組電池とした。

【 0 0 6 0 】

（比較例 2）

C G R 1 8 6 5 0 C F（電池容量 2 . 2 5 A h）を 4 セル直列に接続し、比較例 2 の組電池とした。

40

【 0 0 6 1 】

これら実施例 1、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 1 A、定電圧充電における充電電圧 1 4 . 5 V、充電終止電流 0 . 1 A の条件で定電流定電圧充電を行った後、定電流 1 A で 1 0 V 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 3 0 0 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（表 1）に示す。

【 0 0 6 2 】

【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	221	109	155	76
比較例1	73	33	51	23
比較例2	108	55	102	52

(表 1) に示すように、水溶液系二次電池と、この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 の組電池は、比較例 1 の鉛蓄電池や比較例 2 の組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 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。

## 【0063】

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。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0064】

本発明は、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、UPS などのバックアップ電源、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。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0065】

【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

【図 2】図 1 に示す組電池と、組電池を充電する充電回路とを備えた電池システムの電気的構成の一例を示す模式図

【図 3】(a) 本発明の組電池に用いるリチウムイオン二次電池の充放電挙動を示す図、(b) 本発明の組電池に用いるニッケル水素二次電池の充放電挙動を示す図、(c) 本発明の組電池の充電挙動を示す図、(d) 本発明の組電池の放電挙動を示す図

## 【符号の説明】

## 【0066】

- 1 組電池
- 2 リチウムイオン二次電池
- 3 ニッケル水素二次電池
- 4, 5 接続端子
- 6 筐体
- 7 接続板
- 10 電池システム
- 11 充電回路
- 12 電圧センサ
- 13 電流センサ
- 14 充電電流供給回路
- 15 制御部
- I b 充電電流
- V b 充電電圧

10

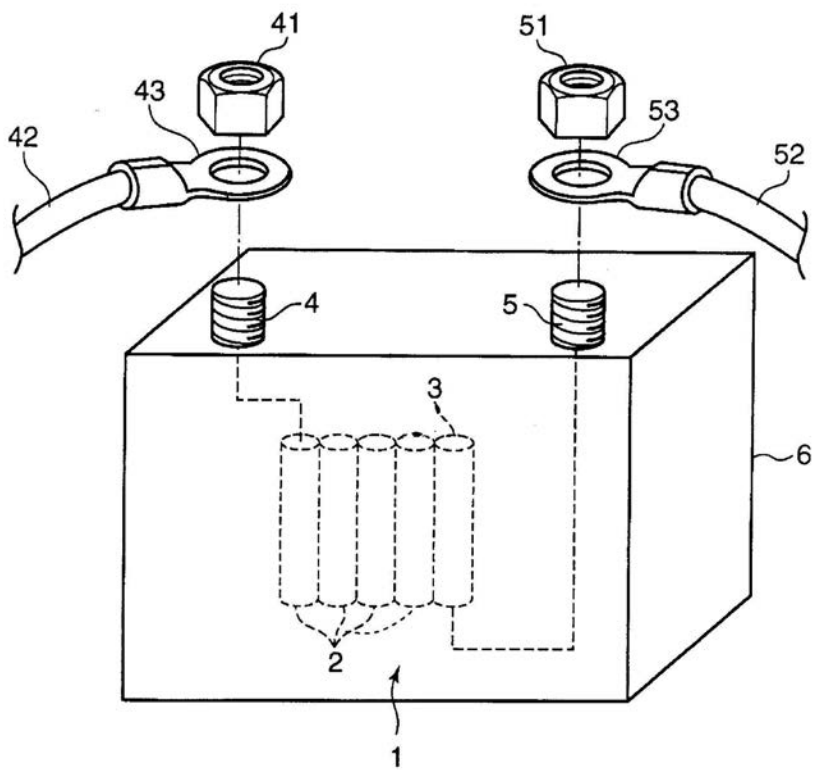
20

30

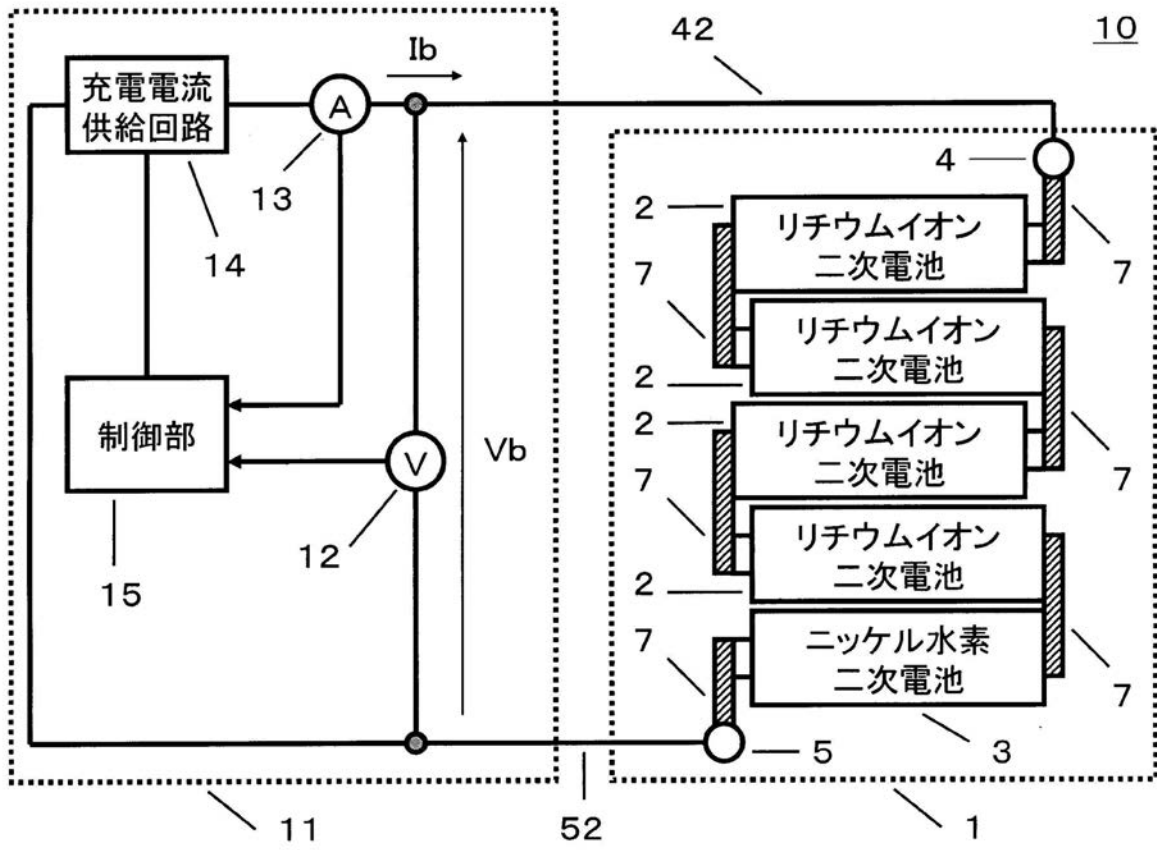
40

50

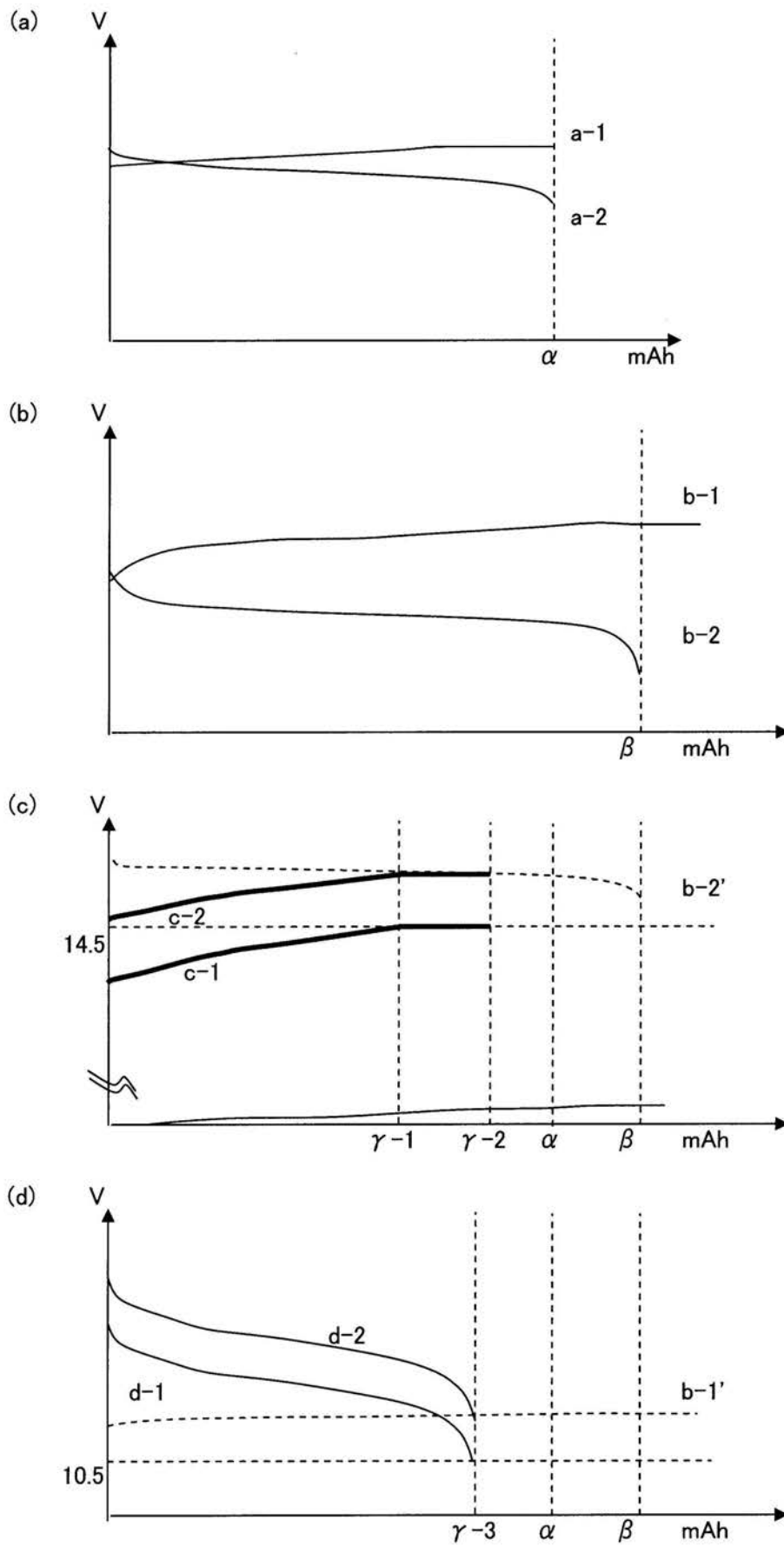
【図1】



【図2】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 特開2005-160233(JP,A)  
特開2004-342580(JP,A)  
特開2002-042764(JP,A)  
特開平09-180763(JP,A)  
特許第3349321(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J	7/02
H01M	10/44
H01M	16/00