

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-40375

(P2010-40375A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 10/30 (2006.01)	HO 1 M 10/30 Z	5 H O 2 8
HO 1 M 2/10 (2006.01)	HO 1 M 2/10 K	5 H O 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-203027 (P2008-203027)	(71) 出願人	000000974
(22) 出願日	平成20年8月6日(2008.8.6)		川崎重工業株式会社
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
		(74) 代理人	100087941
			弁理士 杉本 修司
		(72) 発明者	西村 和也
			兵庫県神戸市兵庫区和田山通2丁目1番18号 川崎重工業株式会社兵庫工場内
		(72) 発明者	堤 香津雄
			兵庫県神戸市兵庫区和田山通2丁目1番18号 川崎重工業株式会社兵庫工場内
		Fターム(参考)	5H028 BB10 CC01 CC08 HH01
			5H040 AA01 AA28 AS07 AT02 AT06

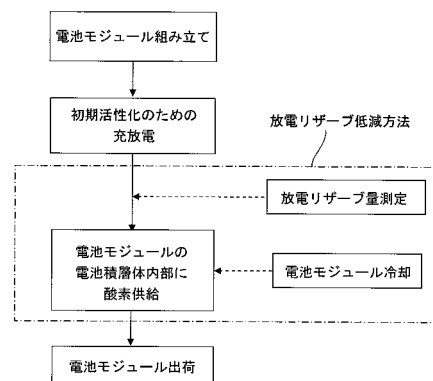
(54) 【発明の名称】 電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法

(57) 【要約】

【課題】ニッケル水素二次電池の寿命や充放電容量の向上を図るために、電池内に酸素を供給することによって初期活性化後の放電リザーブを低減する方法を提供する。

【解決手段】ニッケル水素二次電池として構成された単位電池と、前記単位電池の内部に連通する酸素供給源とを備えた電池モジュールにおいて、前記単位電池の初期活性化充放電の後に、前記酸素供給源から前記単位電池の内部に酸素を供給して、負極に吸蔵された放電リザーブである水素と反応させる。

【選択図】図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ニッケル水素二次電池として構成された単位電池と、前記単位電池の内部に連通する酸素供給源とを備えた電池モジュールの負極放電リザーブを低減する方法であって、

前記単位電池の初期活性化充放電の後に、前記酸素供給源から前記単位電池の内部に酸素を供給して、負極に吸蔵された放電リザーブである水素と反応させることを含む電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記酸素供給源から前記単位電池の内部への酸素の供給量を、予め測定した負極放電リザーブ量に基づいて調節する電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法。

10

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、前記電池モジュールに、前記単位電池を冷却する冷却構造を設け、この冷却構造によって前記単位電池を冷却しながら単位電池の内部に酸素を供給することを含む電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法。

## 【請求項 4】

請求項 3 において、前記電池モジュールに、複数の前記単位電池を互いに電氣的に接続し、かつ、その内部を、連通部材を介して互いに連通させてなる電池積層体を設け、該電池積層体の隣接する単位電池間に、単位電池の積層方向に直交して延びる貫通孔を有する放熱板を介在させる電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法。

20

## 【請求項 5】

ニッケル水素二次電池として構成された単位電池と、前記単位電池の内部に連通する酸素供給源とを備え、請求項 1～5 のいずれか一項に記載の負極放電リザーブ低減方法によって負極放電リザーブが低減された電池モジュールであって、正極活物質の充填量に対する負極活物質の充填量の比が、容量換算で 100～400% の範囲内にある電池モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ニッケル水素二次電池モジュールの負極放電リザーブを、電池内に酸素を供給することによって低減する方法に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、主として携帯機器用の電源として使用する充放電可能な種々の二次電池が提案されてきた。さらには、近年、環境への配慮から、自動車や電車などの車両に充放電可能な二次電池を搭載したものが開発されている。車両に二次電池を搭載した場合には、ブレーキ時に生じる回生電力をこの搭載電池に蓄えておき、車両の動力源として使用することができるので、車両のエネルギー効率を高めることができる。このように車両に搭載する二次電池としては、エネルギー密度、負荷変動追従性、耐久性、製造コストなどの諸条件から、例えばニッケル水素二次電池が適しているとされる（特許文献 1）。

40

## 【0003】

ニッケル水素二次電池の電極反応は、下記の式（1）および（2）で表される。それぞれ右向きの反応が充電反応、左向きの反応が放電反応であり、M は水素吸蔵合金を表す。



## 【発明の開示】

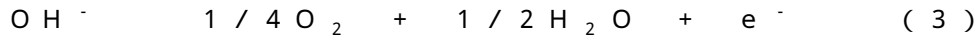
## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、ニッケル水素二次電池においては、一般的に、図 1 に示すように、あらかじめ

50

め負極の充電容量を正極の充電容量よりも大きく設定しておくことで、密閉化を可能にしている。この、負極における正極の充電容量を上回る分を、充電リザーブと呼ぶ。満充電の状態からさらに充電が行われる過充電時には、正極において下記(3)の反応により酸素ガスが発生する。



正極で発生した酸素ガスは、下記(4)の反応により負極の水素吸蔵合金(M)中の水素と反応して $\text{H}_2\text{O}$ となるので、電池内部の圧力上昇が抑えられ、電池を密閉構造とすることができる。



【0005】

一方、放電側においても正極規制となるように、負極に予め多目の放電容量(つまり水素)を設けておく。これを放電リザーブと呼ぶ。通常、ニッケル水素二次電池は、組み立てられた直後は電池として十分に機能しないので、予備的な充放電(初期活性化)を行った後に出荷されるが、この初期活性化の過程で、正極に含まれる、活物質以外の導電材やバインダーなどの物質が酸化し、これによって発生する水素が放電リザーブとして負極に蓄えられる。

【0006】

しかし、放電リザーブは、上述の初期活性化の後も、通常の充放電サイクルが進むにつれて、セパレータやバインダーの酸化、負極合金の腐食等によりさらに増加していく。このように放電リザーブが増加することにより、負極の充電容量が正極の充電容量よりも小さくなった場合には、充電末期に負極から水素ガスが発生し、内部圧力が急上昇してガス排出弁が作動する。また、放電リザーブの増大は、電解液( $\text{H}_2\text{O}$ )の分解によるものであるので、電解液のドライアウトによる電池寿命の低下を招く。さらには、このような放電リザーブの増加による弊害を防止するために、充電リザーブを大きく設定しようとするれば、実質的に電池容量に寄与しない余分な負極材料を充填しなければならないので、電池全体の体積エネルギー密度の低減を余儀なくされる。

【0007】

【特許文献1】特開2001-110381号公報

【0008】

本発明の目的は、上記の課題を解決して、ニッケル水素二次電池の寿命や充放電容量の向上を図るために、電池内に酸素を供給することによって初期活性化後の放電リザーブを低減する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記した目的を達成するために、本発明に係る電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法は、ニッケル水素二次電池として構成された単位電池と、前記単位電池の内部に連通する酸素供給源とを備えた電池モジュールの負極放電リザーブを低減する方法であって、前記単位電池の初期活性化充放電の後に、前記酸素供給源から前記単位電池の内部に酸素を供給して、負極に吸蔵された放電リザーブである水素と反応させることを含む。

【0010】

この構成によれば、初期活性化によって負極に蓄積された水素が、酸素供給源から供給される酸素と反応して $\text{H}_2\text{O}$ となつて、負極の放電リザーブが低減されるので、電解液のドライアウトを防止して、電池性能、特に充放電サイクル寿命の劣化を防止することができる。また、初期段階での負極の放電リザーブを低減できることから、予め設定する充電リザーブの量、すなわち余分に充填する負極活物質の量をも低減することが可能となるので、電池全体の充放電容量を増大させることができる。

【0011】

本発明に係る負極放電リザーブ低減方法においては、前記酸素供給源から前記単位電池の内部への酸素の供給量を、予め測定した負極放電リザーブ量に基づいて調節することが好ましい。このように構成することにより、適切な量の酸素を供給して効果的に放電リザ

10

20

30

40

50

ープを低減することができる。

【0012】

本発明に係る上記の負極放電リザーブ低減方法において、前記電池モジュールに、前記単位電池を冷却する冷却構造を設け、この冷却構造によって前記単位電池を冷却しながら単位電池の内部に酸素を供給することが好ましい。放電リザーブである水素が酸素と反応して $H_2O$ を生成する反応は発熱反応であるので、当該方法によって放電リザーブを低減する際には電池温度が上昇する。電池温度の上昇は、電池を構成する材料の劣化を招き、電池性能の低下をもたらすが、電池モジュールに冷却構造を設けることによりこのような弊害を排除することができる。

【0013】

本発明に係る負極放電リザーブ低減方法において、上記の冷却構造は、例えば、前記電池モジュールに、複数の前記単位電池を互いに電氣的に接続し、かつ、その内部を、連通部材を介して互いに連通させてなる電池積層体を設け、該電池積層体の隣接する単位電池間に、単位電池の積層方向に直交して延びる貫通孔を有する放熱板を介在させることにより設けることができる。このように構成することにより、簡単な構造で、電池積層体の表面のみならず単位電池の積層面までも効果的に冷却して、電池モジュールの性能劣化を防止することができる。

【0014】

本発明に係る電池モジュールは、ニッケル水素二次電池として構成された単位電池と、前記単位電池の内部に連通する酸素供給源とを備え、上記の負極放電リザーブ低減方法によって負極放電リザーブが低減された電池モジュールであって、正極活物質の充填量に対する負極活物質の充填量の比が、容量換算で100～400%の範囲内にある。上記の方法によって負極放電リザーブの低減が可能となるので、このように、予め正極活物質よりも余分に充填しておく負極活物質の充電リザーブ相当分を低減することも可能となり、電池モジュールの充放電容量を増加させることができる。

【発明の効果】

【0015】

以上のように、本発明に係る電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法によれば、初期活性化後の放電リザーブを確実に低減して、電池モジュールの寿命や充放電容量の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係る実施形態を図面に従って説明するが、本発明はこの実施形態に限定されるものではない。

【0017】

図2は、本発明の一実施形態に係る放電リザーブ低減方法が適用される電池モジュールを示す概略構成図である。この電池モジュールBは、例えば、電車に搭載されるものであって、ニッケル水素二次電池として構成された単位電池Cを、単位電池Cの厚み方向に複数個（本実施形態では30個）積層した電池積層体1、単位電池Cの内部を連通させる連通部材3、および連通部材3を介して各単位電池Cの内部に酸素を供給する酸素供給源5を主要な構成要素として備えており、これらが後述するハウジングによって覆われている。

【0018】

図3は、図2の単位電池Cの構造の一例を示す断面図である。単位電池Cは、セパレータ21と、正極23および負極25を含む電極体27と、電極体27を電解液とともに収容する角形状のケーシング29とを備えている。ケーシング29は、絶縁素材からなる矩形の枠部材31と、枠部材31の二つの開口をそれぞれ覆う、導電素材からなる第1蓋部材33および第2蓋部材35とから構成されている。

【0019】

ケーシング29の枠部材31の外面には、単位電池Cの内部と外部を連通させる連通

10

20

30

40

50

口 3 7 が設けられている。連通口 3 7 は、連通口 3 7 が設けられている枠形部材 3 1 の一辺にほぼ平行に、枠形部材 3 1 の中央に向かって突出する二又の連通部 3 7 a を有しており、後述するように、電池モジュール B のガス供給系統 3 9 の一部を構成している。なお、本実施形態における単位電池 C は、水酸化ニッケルを主要な正極活物質とし、水素吸蔵合金を主要な負極活物質とし、アルカリ系水溶液を電解液とする、繰り返し充放電が可能なニッケル水素二次電池として構成している。

#### 【 0 0 2 0 】

電極体 2 7 の構造は、特に限定されないが、例えば、複数の正極 2 3 と複数の負極 2 5 とが、ブリーツ状に折り曲げられたセパレータ 2 1 を介して所定の方に交互に積層されて対向する積層構造を有している。ケーシング 2 9 の第 1 蓋部材 3 3 および第 2 蓋部材 3 5 は、ニッケルめっきを施した鋼板で形成されており、正極 2 3 は第 1 蓋部材 3 3 に、負極 2 5 は第 2 蓋部材 3 5 に、それぞれ電氣的に接続されている。つまり、第 1 および第 2 蓋部材 3 3 , 3 5 は、それぞれ、単位電池 C の正極集電体および負極集電体を兼ねている。なお、セパレータ 2 1 は、図 3 に示したブリーツ状のものに限らず、例えば、袋状のものを使用してもよい。

10

#### 【 0 0 2 1 】

次に、単位電池 C を用いて構成した電池モジュール B の構造について説明する。本実施形態における電池モジュール B の電池積層体 1 は、図 2 に示すように、単位電池 C と、後述する構造の放熱板 4 1 とを積層したものである。単位電池 C は、隣接する単位電池 C の一方の第 1 蓋部材 3 3 と、他方の第 2 蓋部材 3 5 とが互いに対向する方向に積層されており、さらに、2 つの単位電池 C に 1 つの割合で、放熱板 4 1 が介在している。

20

#### 【 0 0 2 2 】

電池モジュール B には、各単位電池 C の内部に酸素ガスを供給するためのガス供給系統 3 9 が、以下のように構成されて設けられている。図 2 に示すように、各単位電池 C に設けられた各連通口 3 7 の二又の導入部 3 7 a のそれぞれが、隣接する単位電池 C の連通口 3 7 の導入部 3 7 a の一方と、ガス供給通路 G S の一部分を形成する可撓性の連結チューブ 5 1 を介して順次接続されており、末端の単位電池 C の一方の導入部 3 7 a が、ガス供給通路 G S の一部分を形成する導入チューブ 5 2 に設けられた流量監視用の流量計 F、流量調整弁 5 3、および流路開閉機構 5 5 を介して、酸素ガスの供給源となる酸素タンク 5 7 に接続されている。先端の単位電池 C の一方の導入部 3 7 a は、盲栓により閉塞する。これら連通口 3 7、連通部材 3 である連結チューブ 5 1 および導入チューブ 5 2、流量計 F、流量調整弁 5 3、流路開閉機構 5 5 ならびに酸素タンク 5 7 が、電池モジュール B のガス供給系統 3 9 を構成している。

30

#### 【 0 0 2 3 】

このようなに構成したガス供給系統 3 9 において、所定のモル数の酸素ガスが供給されたときに、流路開閉機構 5 5 により酸素ガスの供給を停止すれば、必要な量の酸素ガスを無駄なく供給することができる。なお、流量調整弁 5 3 は流量の加減が行えるものであればよく、例えば、流量絞り機構を備えたもののほか、工業プロセス用に用いられるダイヤフラム式の流量調節弁であってもよい。流量計 F としては、容積式のものであってもよく、風車のような回転式のものであってもよい。容積式のものを用いればより精密な計測が可能となり、回転式の流量計は流路抵抗が小さい。また、単位電池 C に酸素を供給する際の圧力を監視するための圧力計 P を、ガス供給系統 3 9 に設けてもよい。

40

#### 【 0 0 2 4 】

なお、ガス供給源 5 である酸素タンク 5 7、および、流量計 F、流量調整弁 5 3、流路開閉機構 5 5 などのガス供給量を調節する装置は、電池モジュール B 内に設けられていてもよく、これらの全部または一部が、電池モジュール B の外部に配設されていてもよい。また、ガス供給系統 3 9 を構成する部材のうち、連通口 3 7、連結チューブ 5 1 および酸素タンク 5 7 以外の部材は、場合によっては省略してもよく、その構成や仕様を変更または追加してもよい。例えば、流量計 F の代わりに、図示しない差圧計を設けて、図示しない流量調節器を介して流量調整弁 5 3 を制御してもよい。このとき圧力計 P と、リザーバ

50

に設けられた温度計とを用いて、いわゆる温圧補正を行えば、精密な流量調節が可能となる。上記の流量調節器に積算機能を持たせて、所定のモル数の酸素ガスが供給されたときに流量調整弁 53 が閉じるようにしてもよい。このように構成すれば、流路開閉機構 55 を省略することが可能であり、酸素ガスの供給量を自動調節することができる。

#### 【0025】

次に、本実施形態に係る電池モジュール B の冷却構造について説明する。図 4 に示すように、放熱板 41 は、アルミニウム素材にニッケルメッキを施したものであり、積層方向 X に直交する方向に延びる直線状の貫通孔として形成された、冷却用の空気を通すための複数の通風孔 41a を有している。図 2 に示すように、この放熱板 41 が、電池モジュール B において、隣接する単位セル C の一方の第 1 蓋部材 23 と他方の第 2 蓋部材 25 との間に介在するように積層されている。

10

#### 【0026】

また、図 5 に示すように、電池モジュール B のハウジング 7 の上部 5a および底部 5b の内方には、冷却媒体となる空気を流通させるための各流通空間 61, 63 が形成されており、底部 5b の前端壁および後端壁に、それぞれ、電池積層体 1 を強制的に冷却するための吸気ファン 65 が設置されている。各吸気ファン 65 から底部 5b の流通空間 63 に導入された空気 A は、上部 5a の流通空間 61 を通って前後の開口から外部に排出されるまでの途中で、図 4 に示す放熱板 41 の通風孔 41a に入り込み、放熱板 41 を介して単位電池 C を冷却する。このようにして、通風孔 41a が単位電池 C を冷却するための冷却媒体通路として機能する。なお、本実施形態では、放熱板 41 を、単位電池 C 2 つに 1 つの割合で介在させているが、放熱板 41 を介在させる位置や数は適宜変更してよい。また、冷媒としては、空気 A の他に、一般的に用いられているもの、例えば油を使用してもよい。

20

#### 【0027】

放熱板 41 は、隣接する単位電池 C の一方の正極集電体である第 1 蓋部材 23 と、他方の負極集電体である第 2 蓋部材 25 との間に介在するので、これら 2 つの単位電池 C を電氣的に接続するべく、電気伝導性を有することが必要である。この点において、アルミニウムは電気抵抗が比較的 low、熱伝導率が比較的大きいので、放熱板 41 を形成する素材として好ましい特性を有している。しかしながら、アルミニウムは酸化しやすく、接触抵抗も大きいので、アルミニウム板にニッケルメッキを施すことにより、接触抵抗の低減を図っている。

30

#### 【0028】

次に、本発明の一実施形態に係る負極放電リザーブの低減方法について説明する。図 6 は、本発明に係る電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法を含む、電池モジュール B の生産過程を示すフロー図である。図 6 に示すように、電池モジュール B は組み立てられた後に、初期活性化工程に投入され、所定の条件で数サイクルの充放電が行われる。その後、初期活性化のための充放電を終えて放電状態に置かれた電池モジュール B の各単位電池 C の内部に、酸素が供給され、この酸素が負極内の放電リザーブである水素と反応して  $H_2O$  を生成することにより、放電リザーブが低減される。この際に供給する酸素の量は、電池モジュール B の生産過程とは別に行う放電リザーブ量の測定結果に基づいて決定される。また、酸素が電池モジュール B に供給されている間は、並行して、電池モジュール B の電池積層体 1 を構成する単位電池 C の冷却が行われる。これら放電リザーブ量測定、酸素供給、電池モジュール冷却で構成される放電リザーブ低減が行われた後に、電池モジュール B は出荷される。

40

#### 【0029】

本実施形態における、負極放電リザーブの量の測定は、例えば、以下のようにして行う。まず、実際に酸素供給が行われる電池モジュール B と同じ仕様の電池モジュールを、放電リザーブ量測定用に用意する。この電池モジュールについて、実際の生産工程と同じ条件で初期活性化のための充放電を行って放電状態にした後に、低率の定電流でさらに放電を行う。このときの放電終止電圧は、単位電池 C 当たり - 0.2 V よりも低い値、例えば

50

- 0.5 V に設定する。このような条件で放電を行い、電池電圧 - 放電容量特性を測定すると、図 7 に示すように、過放電領域の - 0.2 V 付近に平坦な電圧領域 P が観測される。この平坦領域 P の放電容量  $x$  (Ah) が放電リザーブとして蓄えられている水素の量を表している。すなわち、このとき負極では、下記の一電子反応 (6)



によって、負極の水素が酸化されている。電子 1 モルの電気量は 96500 クーロン、また 1 Ah は 3600 クーロンであるので、 $x$  Ah の放電容量は、水素原子  $3600x / 96500$  モルに相当する。

【0030】

1 モルの水素原子と反応して  $\text{H}_2\text{O}$  を生成するために必要な酸素ガス ( $\text{O}_2$ ) は、1/4 モルであるので、結局、上記の測定から得られた負極放電リザーブ量に相当する酸素ガスの量は、 $3600x / (96500 \times 4) = \text{約 } 0.0093x$  モルとなる。

【0031】

電池積層体 1 を構成する各単位電池 C 内への酸素ガスの供給は、例えば、以下のようにして行う。まず、図 2 に示すガス供給系統 39 の流路開閉機構 55 を酸素タンク 57 側に切り替えた状態で、流量調整弁 53 を所定の値に設定し、酸素タンク 57 から連通チューブ 51 および連通口 37 を介して各単位電池 C 内に酸素ガスを供給し、この酸素ガスを、負極に蓄積された水素と反応させて  $\text{H}_2\text{O}$  を生成する。酸素ガスの供給量の制御は、例えば、上述の負極放電リザーブ量の測定値を基にして、予め供給すべき酸素ガス流量を決めておき、その所定のガス流量だけ供給されるように調節することができる。あるいは、電池モジュール B 全体もしくは各単位電池 C の電圧を監視しながら酸素ガス供給を行い、所定の電圧値まで下降した時点で供給を停止するようにしてもよい。

【0032】

上記実施形態に係る電池モジュール B の負極放電リザーブ低減方法によれば、以下の効果が得られる。

【0033】

上記で説明した本実施形態に係る電池モジュールの負極放電リザーブ低減方法においては、ニッケル水素二次電池として構成された単位電池 C を有する電池モジュール B が、単位電池 C の内部に連通する酸素供給源 5 を備えており、電池モジュール B の初期活性化の後に、単位電池 C の内部に酸素ガスを供給して、負極に吸蔵された放電リザーブである水素と反応させる。したがって、初期活性化によって負極に蓄積された水素が、酸素供給源から供給する酸素と反応して  $\text{H}_2\text{O}$  となって、負極の放電リザーブが低減するので、電解液のドライアウトを防止して、電池性能、特に充放電サイクル寿命の劣化を防止することができる。また、初期段階での負極の放電リザーブを低減できることから、予め設定する充電リザーブの量、すなわち余分に充填する負極活物質の量をも低減することが可能となるので、電池全体の充放電容量を増大させることができる。

【0034】

また、本実施形態に係る負極放電リザーブ低減方法においては、酸素供給源 5 から単位電池 C の内部への酸素の供給量を、予め測定した負極放電リザーブ量に基づいて決定し、制御を行っているので、適切な量の酸素を供給して効果的に放電リザーブを低減することができる。

【0035】

さらには、電池モジュール B に、電池積層体 1 を構成する各単位電池 C を冷却する冷却構造、つまり通風孔 41a を有する放熱板 41 を設けているので、放電リザーブである水素が酸素と反応して  $\text{H}_2\text{O}$  を生成する発熱反応に起因する電池温度上昇を防止することができる。一般的に、電池温度の上昇は、電池を構成する材料の劣化を招き、電池性能の低下をもたらすが、電池モジュール B にこのような冷却構造を設けることにより、簡単な構造で、電池積層体 1 の表面のみならず単位電池 C の積層面をも効果的に冷却して、電池モジュール B の性能劣化を防止することができる。

【0036】

10

20

30

40

50

また、本実施形態に係る電池モジュールBは、上述の方法によって負極放電リザーブを低減することが可能となるので、予め正極活物質よりも余分に充填しておく負極活物質の充電リザーブ相当分を低減することができ、正極活物質の充填量に対する負極活物質の充填量の比を、容量換算で100～400%の範囲内に設定している。したがって、電池モジュールBの充放電容量を増加させることが可能となる。

【0037】

以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能である。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

【図面の簡単な説明】

10

【0038】

【図1】ニッケル水素二次電池の負極充電リザーブおよび放電リザーブの模式図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る電池モジュールを示す概略構成図である。

【図3】図2の電池モジュールに使用される単位電池の部分破断断面図である。

【図4】図2の電池モジュールに使用される放熱板を示す斜視図である。

【図5】図2の電池モジュールの冷却構造の例を示す斜視図である。

【図6】本発明の一実施形態に係る負極放電リザーブ低減方法を示すフロー図である。

【図7】本発明の一実施形態に係る負極放電リザーブ低減方法における、放電リザーブ量の測定方法の原理を示す特性図である。

【符号の説明】

20

【0039】

1 電池積層体

3 連通部材

5 酸素供給源

27 ガス導入口

51 連結チューブ（連通部材）

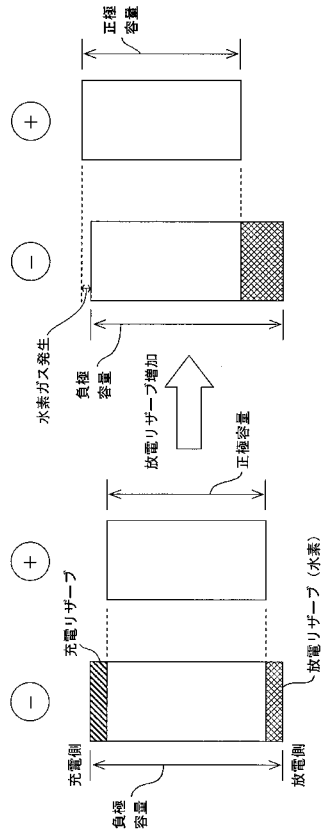
52 導出チューブ（連通部材）

C 単位電池

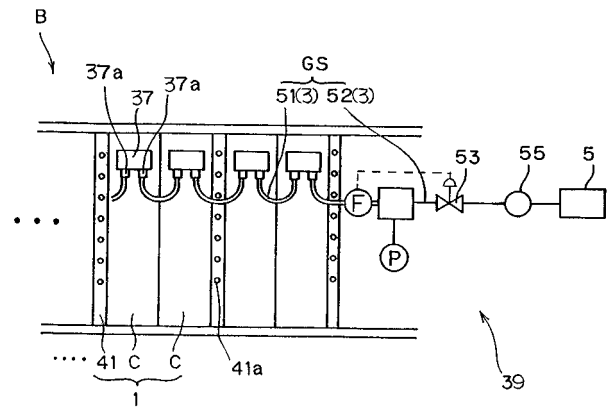
B 電池モジュール



【図 1】

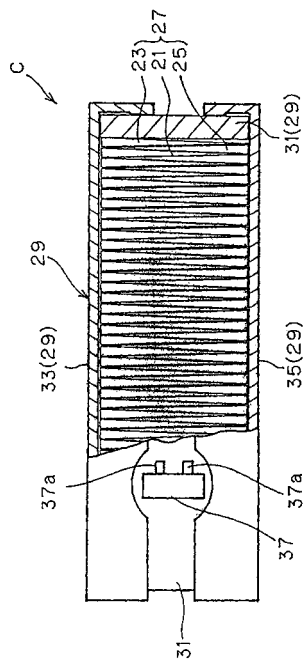


【図 2】

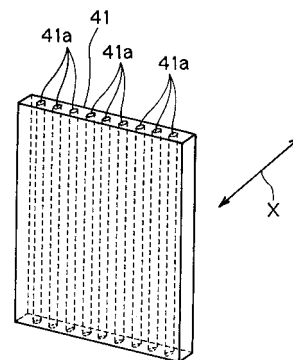


- 1 : 電池積層体
- 3 : 連通部材
- 5 : 酸素供給源
- 37 : 連通口
- 37a : 導入部
- 41 : 放熱板
- 41a : 通風孔
- 51 : 連通チューブ
- 52 : 導入チューブ
- B : 電池モジュール
- C : 単位電池
- F : 流量計
- GS : ガス供給通路

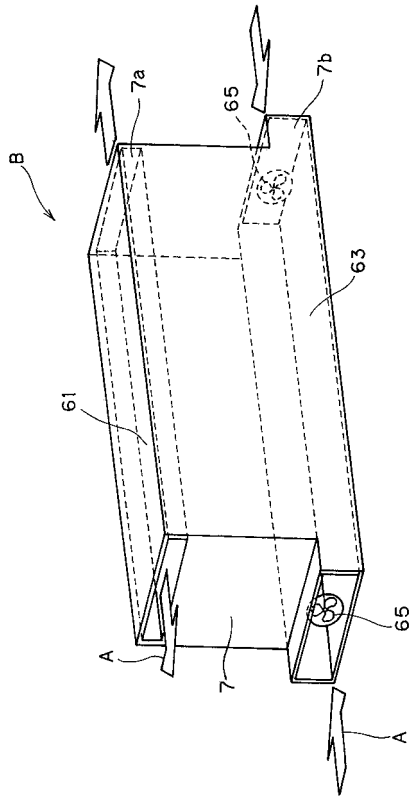
【図 3】



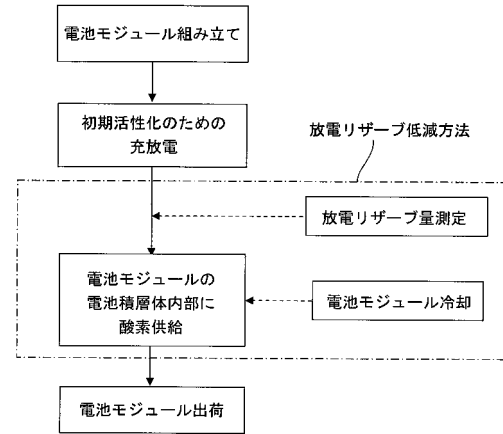
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

