

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6555212号
(P6555212)

(45) 発行日 令和1年8月7日(2019.8.7)

(24) 登録日 令和1年7月19日(2019.7.19)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 M 10/54	(2006.01)	HO 1 M	10/54		
HO 1 M 10/48	(2006.01)	HO 1 M	10/48		P
HO 1 M 10/42	(2006.01)	HO 1 M	10/48	3 O 1	
		HO 1 M	10/42		P

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-159111 (P2016-159111)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成28年8月15日 (2016.8.15)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2018-28967 (P2018-28967A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成30年2月22日 (2018.2.22)	(74) 代理人	110001195
審査請求日	平成29年10月11日 (2017.10.11)		特許業務法人深見特許事務所
前置審査		(72) 発明者	兒玉 和也
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	三井 正彦
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	泉 純太
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリーパックの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

使用済みバッテリーパックを準備すること、
 前記使用済みバッテリーパックを解体することにより、前記使用済みバッテリーパックからセルまたはバッテリーモジュールを回収すること、
 前記セルおよび前記バッテリーモジュールは、ニッケル水素バッテリーであり、
 回収された前記セルまたは前記バッテリーモジュールの充電状態を、100%超200%以下の充電状態範囲内に調整すること、
 充電状態が調整された前記セルまたは前記バッテリーモジュールの第1開路電圧を測定すること、
 前記第1開路電圧が測定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールを所定期間放置すること、
 放置後に前記セルまたは前記バッテリーモジュールの第2開路電圧を測定すること、
 前記第1開路電圧から前記第2開路電圧を差し引くことにより、放置による電圧降下量を算出すること、
 前記電圧降下量が予め設定された基準値以下の場合に、前記セルまたは前記バッテリーモジュールを良品と判定すること、および
 良品と判定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールを含むバッテリーパックを製造すること
 を含む、バッテリーパックの製造方法。

【請求項 2】

回収された前記セルまたは前記バッテリーモジュールの充電状態を前記充電状態範囲内に調整する場合に、

充電中、前記セルまたは前記バッテリーモジュールの温度上昇速度を監視すること、および

前記温度上昇速度が予め設定された基準値以下の場合に、前記セルまたは前記バッテリーモジュールを良品と判定すること

をさらに含む、請求項 1 に記載のバッテリーパックの製造方法。

【請求項 3】

使用済みバッテリーパックを準備すること、

前記使用済みバッテリーパックを解体することにより、前記使用済みバッテリーパックからセルまたはバッテリーモジュールを回収すること、

前記セルおよび前記バッテリーモジュールは、ニッケル水素バッテリーであり、

回収された前記セルまたは前記バッテリーモジュールの充電状態を、0%以上3%未満の充電状態範囲内に調整すること、

充電状態が調整された前記セルまたは前記バッテリーモジュールの第 1 開路電圧を測定すること、

前記第 1 開路電圧が測定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールを所定期間放置すること、

放置後に前記セルまたは前記バッテリーモジュールの第 2 開路電圧を測定すること、

前記第 1 開路電圧から前記第 2 開路電圧を差し引くことにより、放置による電圧降下量を算出すること、

前記電圧降下量が予め設定された基準値以下の場合に、前記セルまたは前記バッテリーモジュールを良品と判定すること、および

良品と判定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールを含むバッテリーパックを製造すること

を含み、

良品と判定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールを含む前記バッテリーパックを製造する前に、

良品と判定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールを、100%超の充電状態まで充電すること

をさらに含む、バッテリーパックの製造方法。

【請求項 4】

前記所定期間は 2 日以上 7 日以下である、

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載のバッテリーパックの製造方法。

【請求項 5】

回収された前記セルまたは前記バッテリーモジュールの充電状態が、100%超200%以下の前記充電状態範囲内に調整される際に、

電解液に含まれる水が電気分解され、発生した水素が負極活物質に吸収されるように充電が行われる、

請求項 1 に記載のバッテリーパックの製造方法。

【請求項 6】

良品と判定された前記セルまたは前記バッテリーモジュールが、100%超の充電状態まで充電される際に、

電解液に含まれる水が電気分解され、発生した水素が負極活物質に吸収されるように充電が行われる、

請求項 3 に記載のバッテリーパックの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本開示は、バッテリーパックの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特開2011-216328号公報(特許文献1)は、使用済みバッテリーパック(組電池)から、セル(単電池)またはバッテリーモジュール(単位電池)を回収し、所定の特性検査により、セルまたはバッテリーモジュールを選別し、選別されたセルまたはバッテリーモジュールにより、バッテリーパックを再製造することを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-216328号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

バッテリーパックは、たとえば、電気自動車、電動機器、携帯機器等の電源として使用されている。バッテリーパックは、2個以上のセルまたはバッテリーモジュールが直列または並列に接続されることにより構成される1組のバッテリーである。バッテリーモジュールは、2個以上のセルが接合されることにより構成されるバッテリーであり、バッテリーパックの基本単位となる。

【0005】

バッテリーパックは、使用により徐々に性能が低下する。バッテリーパックの性能低下は、バッテリーパックに含まれるセルまたはバッテリーモジュールの性能低下を反映したものである。しかし、1組のバッテリーパックに含まれる個々のセルまたはバッテリーモジュールの性能低下は、一様ではない。すなわち、使用済みバッテリーパックの中では、各セル間または各バッテリーモジュール間において、性能低下の進行にばらつきが生じている。そのため、寿命により交換が必要と判定されたバッテリーパック中に、十分使用可能なセルまたはバッテリーモジュールが含まれていることもある。

【0006】

以下、「セルまたはバッテリーモジュール」は「セル等」と略記される場合がある。

特許文献1は、使用済みバッテリーパックから、セル等を回収し、特性検査により、使用可能なセル等を選別し、選別されたセル等により、バッテリーパックを再製造することを開示している。こうした態様は、資源の有効活用の観点で望ましい。

【0007】

特許文献1では、セル等の選別基準に、開路電圧(Open Circuit Voltage, OCV)が使用されている。しかし、単純に回収時の開路電圧が基準とされると、見かけ上性能低下したセル等も不良品として排出される可能性がある。

【0008】

ここで、「見かけ上性能低下したセル等」とは、回収時の開路電圧がセル等の下限電圧を下回っているが、再生が可能なセル等を示す。セル等がニッケル水素バッテリーの場合には、自己放電により、このような見かけ上の性能低下が特に起こり易い。見かけ上性能低下したセル等は、たとえば、フルレンジの充放電を行うことにより、再生させることができる。他方、「真に性能低下したセル等」とは、回収時の開路電圧がセル等の下限電圧を下回っており、再生もできないセル等を示す。真に性能低下したセル等では、たとえば、電極活物質に不可逆的な構造変化等が生じていると考えられる。

【0009】

検査に長い時間を割くことができれば、見かけ上性能低下したセル等と、真に性能低下したセル等とを判別することも可能である。すなわち、セル等が長期間放置され、放置による開路電圧の降下量(電圧降下量)が測定される。電圧降下量には、見かけ上性能低下したセル等と、真に性能低下したセル等との差が現れやすい。しかしながら、検査時間が長くなる程、バッテリーパックの生産効率が低下することはいうまでもない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

そこで本開示は、真に性能低下したセル等を短期間で検出し、効率よくバッテリーパックを製造することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

以下、本開示の技術的構成および作用効果が説明される。ただし、本開示の作用メカニズムは、推定を含んでおり、その正否により本開示の発明の範囲が制限されるべきではない。

【 0 0 1 2 】

〔 1 〕本開示のバッテリーパックの製造方法は、以下の（ A ）～（ I ）を含む。 10

（ A ）使用済みバッテリーパックを準備する。

（ B ）使用済みバッテリーパックを解体することにより、使用済みバッテリーパックからセルまたはバッテリーモジュールを回収する。セルおよびバッテリーモジュールは、ニッケル水素バッテリーである。

（ C ）回収されたセルまたはバッテリーモジュールの充電状態を、0%以上3%未満の第1充電状態範囲内、3%以上20%以下の第2充電状態範囲内および100%以上200%以下の第3充電状態範囲内のいずれかに調整する。

（ D ）充電状態が調整されたセルまたはバッテリーモジュールの第1開路電圧を測定する。

（ E ）第1開路電圧が測定されたセルまたはバッテリーモジュールを所定期間放置する。 20

（ F ）放置後にセルまたはバッテリーモジュールの第2開路電圧を測定する。

（ G ）第1開路電圧から第2開路電圧を差し引くことにより、放置による電圧降下量を算出する。

（ H ）電圧降下量が予め設定された基準値以下の場合に、セルまたはバッテリーモジュールを良品と判定する。

（ I ）良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールを含むバッテリーパックを製造する。

【 0 0 1 3 】

本開示の製造方法は、ニッケル水素バッテリーを対象とする。本開示の製造方法は、電圧降下量（ V ）が測定される充電状態（ State Of Charge , SOC ）範囲 30
に特徴を有する。すなわち上記（ C ）に示されるように、電圧降下量の測定にあたり、セル等のSOCは、第1SOC範囲（0～3%）内、第2SOC範囲（3～20%）内および第3SOC範囲（100～200%）内のいずれかに調整される。これらのSOC範囲内のSOCからの電圧降下量が測定されることにより、真に性能低下したセル等が短期間で検出される。

【 0 0 1 4 】

以下では、見かけ上性能低下したセル等、および性能低下していないセル等が「良品」と総称されることがある。「性能低下していないセル等」とは、使用済みバッテリーパックから回収されたセル等のうち、開路電圧が正常であり、許容範囲内の性能を維持しているセル等を示す。また真に性能低下したセル等は「不良品」と称されることがある。 40

【 0 0 1 5 】

図4は、ニッケル水素バッテリーの充電プロファイルである。セル等は、放置により自己放電することが知られている。自己放電とは、セル等のSOCが自然に低下していくことを意味する。セル等のSOCの低下に伴い、セル等の電圧も図4の曲線に沿って降下することになる。

【 0 0 1 6 】

真に性能低下したセル等（不良品）は、良品よりも、放置によるSOCの低下速度（自己放電速度）が速い。しかし従来、電圧降下量の測定は、セル等の使用SOC範囲（40～80%程度）で行われている。そのため、自己放電速度の違いにより、たとえば、2つのセル等のSOCの間に10%程度の差が生じたとしても、2つのセル等の電圧および電 50

圧低下量の間には、僅かな差しか生じない。したがって、良品の電圧低下量と、不良品の電圧低下量との間に、有意差が生じるまでに長期間（たとえば1ヵ月程度）を要することになる。

【0017】

これに対して、本開示では、第1SOC範囲（0～3%）内、第2SOC範囲（3～20%）内または第3SOC範囲（100～200%）内のSOCからの電圧低下量が測定される。図4に示されるように、これらのSOC範囲内では、使用SOC範囲（40～80%）内に比べて、曲線の傾きが急峻である。したがって、これらのSOC範囲内では、僅かな自己放電（SOCの低下）により、電圧が大幅に低下することになる。これにより、良品の電圧低下量と不良品の電圧低下量との間に、短時間で有意差が現れると考えられる。すなわち、真に性能低下したセル等を短時間で検出することができる。本開示の製造方法では、良品と不良品との間に有意差が生じるまでの期間が、たとえば、7日以下まで短縮されることが期待される。このように短時間で良否判定が行われることにより、効率的にバッテリーパックを製造することができる。

10

【0018】

さらに、セル等のSOCが第1SOC範囲（0～3%）内および第2SOC範囲（3～20%）内に調整された場合には、放置期間中に、良品となるセル等において、放電メモリが解消されることが期待される。ここで「放電メモリ」とは、メモリ現象の一種であり、放電中に電圧が通常よりも下がりやすくなる現象である。放電メモリが発生すると、セル等の放電容量が低下することになる。

20

【0019】

他方、セル等のSOCが第3SOC範囲（100～200%）内に調整された場合には、放置期間中に、良品となるセル等において、充電メモリが解消されることが期待される。ここで「充電メモリ」とは、メモリ現象の一種であり、充電中の電圧が通常よりも上がりやすくなる現象である。充電メモリが発生すると、セル等の充電容量が低下することになる。

【0020】

さらに、見かけ上性能低下したセル等では、負極活物質である水素吸蔵合金から、想定量を超える量の水素が抜けてしまっていることもある。そのため、見かけ上の性能低下（電圧低下、容量低下等）が起こっている場合もある。セル等を第3SOC範囲（100～200%）内まで充電する、すなわちセル等を過充電することにより、電解液（アルカリ水溶液）に含まれる水が電気分解され、水素が発生する。発生した水素は、水素吸蔵合金に吸収されることになる。その結果、水素の抜けが生じた負極活物質を再生することができる。

30

【0021】

このように本開示の製造方法では、真に性能低下したセル等を検出しつつ、見かけ上性能低下したセル等を再生することもできる。

【0022】

〔2〕上記（C）において、セル等のSOCを第3SOC範囲（100～200%）内に調整する場合には、以下の態様により、不良品の検出精度を高めることもできる。

40

すなわち、回収されたセルまたはバッテリーモジュールの充電状態を第3充電状態範囲内に調整する場合に、本開示の製造方法は、好ましくは以下の（c1）および（c2）をさらに含む。

（c1）充電中、セルまたはバッテリーモジュールの温度上昇速度を監視する。

（c2）温度上昇速度が予め設定された基準値以下の場合に、セルまたはバッテリーモジュールを良品と判定する。

【0023】

真に性能低下したセル等（不良品）は、高いSOCまで充電されると、発熱しやすい傾向がある。発熱の原因としては、たとえば、電極活物質の劣化に伴う、電極反応抵抗の増加等が考えられる。そこで第3SOC範囲（100～200%）内まで充電する際に、セ

50

ル等の温度上昇速度を監視することにより、異常な発熱を示すセル等を検出することができる。本開示の製造方法が、温度上昇速度による良否判定をさらに含むことにより、真に性能低下したセル等の検出精度が向上することが期待される。

【0024】

〔3〕上記〔C〕において、セル等のSOCを第1SOC範囲（0～3%）内に調整する場合には、以下の態様であることが好ましい。

すなわち、回収されたセルまたはバッテリーモジュールの充電状態を第1充電状態範囲内に調整する場合に、本開示の製造方法は、好ましくは、（I）良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールを含むバッテリーパックを製造する前に、（K）良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールを、100%以上の充電状態まで充電することをさらに含む。

10

【0025】

図4に示されるように、第1SOC範囲（0～3%）内では、充電曲線の傾きが特に急峻である。したがって、第1SOC範囲（0～3%）内からの電圧降下量には、良品と不良品との間の差がいっそう顕著に現れる。

【0026】

ただし第1SOC範囲（0～3%）内では、電圧が低いため、放置期間中に、良品の負極活物質から水素が抜けてしまう可能性もある。前述のように、負極活物質から想定量を超える水素が抜けると、見かけ上の容量低下等が起こり得る。そこで、バッテリーパックを製造する前に、良品が一旦過充電される。これにより、電解液の分解により発生した水素が、負極活物質に充填され得る。すなわち、水素の抜けが生じた負極活物質を再生することができる。

20

【0027】

上記〔3〕の製造方法においては、最終的な良品が、3%未満のSOCおよび100%以上のSOCの両方を経験している。したがって、この良品では、放電メモリおよび充電メモリの両方が解消されていることが期待される。

【0028】

また上記〔3〕の製造方法では、電圧降下量による判定により、不良品（すなわち過充電時に発熱する可能性があるセル等）が取り除かれた後に、良品が過充電される。そのため、過充電する際に、温度上昇速度を監視する必要性が低い。したがって、上記〔3〕の製造方法では、温度監視機能を有しない充放電装置が使用され得る。すなわち上記〔3〕の製造方法では、上記〔2〕の製造方法よりも、生産設備が簡略化されることが期待される。

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1は、第1実施形態に係るバッテリーパックの製造方法の概略を示すフローチャートである。

【図2】図2は、第2実施形態に係るバッテリーパックの製造方法の要部を示すフローチャートである。

【図3】図3は、第3実施形態に係るバッテリーパックの製造方法の概略を示すフローチャートである。

40

【図4】図4は、ニッケル水素バッテリーの充電プロファイルである。

【図5】図5は、バッテリーパックの一例を示す概略図である。

【図6】図6は、バッテリーモジュールの一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本開示の実施形態（第1実施形態～第3実施形態）が説明される。ただし、以下の実施形態は、本開示の発明の範囲を限定するものではない。

【0031】

< 第1実施形態 >

50

図1は、第1実施形態に係るバッテリーパックの製造方法の概略を示すフローチャートである。第1実施形態の製造方法は、(A)使用済みバッテリーパックの準備、(B)セル等の回収、(C)SOCの調整、(D)第1開路電圧の測定、(E)放置、(F)第2開路電圧の測定、(G)電圧低下量の算出、(H)判定、(I)バッテリーパックの製造、および(J)材料リサイクルを含む。

以下、第1実施形態の製造方法が順を追って説明される。

【0032】

《(A)使用済みバッテリーパックの準備》

第1実施形態の製造方法は、(A)使用済みバッテリーパックを準備することを含む。

使用済みバッテリーパックは、ユーザから入手される。たとえば、ハイブリッド自動車用のバッテリーパックは、自動車本体の定期点検時等に回収され得る。

10

【0033】

本明細書において「使用済みバッテリーパック」とは、実機に搭載された履歴を有するバッテリーパックを示す。バッテリーパックが、実機に搭載された履歴を有する限り、その使用回数にかかわらず、使用済みとみなすものとする。実機としては、たとえば、電気自動車、ハイブリッド自動車、電動工具、携帯機器、住宅用エネルギー管理システム(Home Energy Management System, HEMS)、工場用蓄電システム、および定置型非常用電源装置等が挙げられる。

【0034】

《(B)セル等の回収》

第1実施形態の製造方法は、(B)使用済みバッテリーパックを解体することにより、使用済みバッテリーパックからセルまたはバッテリーモジュールを回収することを含む。

ここでは、バッテリーパックが解体される前に、バッテリーパックの外観検査、質量検査等が実施されてもよい。バッテリーパックから、セルを回収するか、あるいはバッテリーモジュールを回収するかは、たとえば、解体のしやすさ、再製造(再組立て)のしやすさ等により決定される。

20

【0035】

図5は、バッテリーパックの一例を示す概略図である。バッテリーパック100は、収納箱101を備える。収納箱101内には、バッテリーモジュール10が複数(2個以上)収納されている。各バッテリーモジュール10は、直列または並列に接続されている。バッテリーパック100に含まれるバッテリーモジュール10の個数は、求められる出力等により決定される。この例では、収納箱101内に、バッテリーモジュール10が28個収納されている。収納箱101内には、バッテリーモジュール10の他、制御装置、冷却装置、各種センサ(電流センサ、電圧センサ、温度センサ等)、ワイヤーハーネス等が収納されている。

30

【0036】

図6は、バッテリーモジュールの一例を示す概略図である。バッテリーモジュール10は、セル1が複数接合されることにより構成される。この例では、バッテリーモジュール10は、セル1が6個接合されることにより構成されている。

【0037】

セル1の外形は、角形(扁平直方体)である。セル1は、電槽2を備える。電槽2内には、正極板、セパレータ、負極板および電解液が収納されている。正極板は、水酸化ニッケルおよびオキシ水酸化ニッケルの少なくとも一方を含む。水酸化ニッケルは充電によりオキシ水酸化ニッケルになり、オキシ水酸化ニッケルは放電により水酸化ニッケルになる。負極板は、水素吸蔵合金を含む。すなわち、セル1およびバッテリーモジュール10は、ニッケル水素バッテリーである。セパレータは、正極板と負極板との間に配置されている。セパレータは、たとえば、ポリプロピレン製の不織布等でよい。電解液は、アルカリ水溶液である。溶質は、たとえば、水酸化カリウム等でよい。

40

【0038】

ここで説明されたセル等の構成は、あくまで一例である。たとえば、バッテリーモジュールは、円筒形のセルを複数含むものであってもよい。たとえば、バッテリーパックは、モジ

50

ジュール化されていないセルを複数含むものであってもよい。

【0039】

《(C)SOCの調整》

第1実施形態の製造方法は、(C)回収されたセルまたはバッテリーモジュールの充電状態を、0%以上3%未満の第1充電状態範囲内、3%以上20%以下の第2充電状態範囲内および100%以上200%以下の第3充電状態範囲内のいずれかに調整することを含む。

【0040】

本明細書の「充電状態(SOC)」は、バッテリー(セルまたはバッテリーモジュール)の満充電容量に対する現在の充電容量の比率を示すものとする。セル等の充電状態の調整は、所定の充放電装置で実施され得る。セル等の充放電は、たとえば、室温環境(10~30)で実施され得る。

【0041】

目的のSOCへは、充電により到達してもよいし、放電により到達してもよい。たとえば、SOCが110%に調整される場合、110%未満の或るSOCから直接110%のSOCに充電されてもよいし、一旦120%まで充電されてから、110%まで放電されてもよい。充電および放電は、いかなる方式で実施されてもよい。充電および放電は、定電流方式であってもよいし、定電圧方式であってもよいし、定電力方式であってもよいし、あるいは定電流方式と定電圧方式とが組み合わされた方式であってもよい。

【0042】

市場から回収される使用済みバッテリーパックは、種々のSOCで回収される。さらに1組の使用済みバッテリーパックに含まれるセル等のSOCが、ばらついていることもある。SOC毎にセル等を選別するには、工数がかかる。そこで目的のSOCへの調整に先立ち、セル等が一旦完全放電されることが望ましい。セル等が完全放電されることにより、セル等のSOCが揃えられる。これにより、異なる状態で回収されたセル等を同列に扱うことができるようになる。

【0043】

「完全放電」は、SOCが0%に到達するまで放電することを示す。完全放電は、一回の放電により完了されてもよいし、複数回の放電により完了されてもよい。たとえば、3C程度の大きな電流により下限電圧まで放電した後、所定時間休止する。休止により電圧が復帰した後、1C以下の小さな電流により下限電圧までさらに放電してもよい。このような段階的な放電により、完全放電に要する時間が短縮される場合もある。ここで「C」は電流の大きさを表す単位であり、1時間の充電でSOCが0%から100%になる電流の大きさを示す。

【0044】

図4の充電プロファイルに示されるように、第1SOC範囲(0~3%)内、第2SOC範囲(3~20%)内および第3SOC範囲(100~200%)内では、充電曲線が急峻である。そのため、これらのSOC範囲内のSOCからの電圧降下量(V)が測定されることにより、良品と不良品との差が、短期間で顕著に現れる。

【0045】

セル等のSOCが第1SOC範囲(0~3%)内および第2SOC範囲(3~20%)内に調整された場合には、後の放置期間中に、良品となるセル等において、放電メモリが解消されることが期待される。またセル等のSOCが第3SOC範囲(100~200%)内に調整された場合には、後の放置期間中に、良品となるセル等において、充電メモリが解消されることが期待される。

【0046】

《(D)第1開路電圧の測定》

第1実施形態の製造方法は、(D)充電状態が調整されたセルまたはバッテリーモジュールの第1開路電圧を測定することを含む。

【0047】

10

20

30

40

50

第1開路電圧（ V_{o1} ）の測定は、所定の電圧測定装置により、実施され得る。各充電状態に調整されてから、第1開路電圧の測定までの間には、所定の放置期間があってもよい。充放電の終了直後は、開路電圧が安定しないことも有り得るためである。

【0048】

《（E）放置》

第1実施形態の製造方法は、（E）第1開路電圧が測定されたセルまたはバッテリーモジュールを所定期間放置することを含む。

【0049】

放置は、たとえば、室温環境（ $10 \sim 30$ ）で実施され得る。第1実施形態の製造方法では、放置期間の短縮が期待できる。放置期間は、たとえば1～14日程度（典型的には2日以上7日以下）である。セル等の仕様により、最適な放置期間（すなわち、電圧降下量の差が現れやすい期間）が変わる場合もある。放置期間は、予備実験を行って決定することが望ましい。

10

【0050】

《（F）第2開路電圧の測定》

第1実施形態の製造方法は、（F）放置後にセルまたはバッテリーモジュールの第2開路電圧を測定することを含む。

第2開路電圧（ V_{o2} ）も、所定の電圧測定装置により測定される。

【0051】

《（G）電圧降下量の算出》

第1実施形態の製造方法は、（G）第1開路電圧から第2開路電圧を差し引くことにより、放置による電圧降下量を算出することを含む。

すなわち、電圧降下量（ V ）は下記式：

$$V = V_{o1} - V_{o2}$$

により算出される。

20

【0052】

《（H）判定》

第1実施形態の製造方法は、（H）電圧降下量が予め設定された基準値以下の場合に、セルまたはバッテリーモジュールを良品と判定することを含む。

【0053】

電圧降下量（ V ）が突出して大きいセル等は、真に性能低下したセル等（不良品）であると考えられる。 V の基準値の決定には、統計的手法が使用され得る。たとえば、予め真に性能低下したセル等の V が複数測定されることにより、 V の統計量（たとえば、最小値、平均値、最頻値等）が取得される。たとえば、真に性能低下したセル等の V の最小値に、所定の安全係数（1未満の係数）を掛け合せた値が基準値とされてもよい。もちろん、基準値の決定にあたっては、良品であることが確認されているセル等の V の統計量（たとえば、最大値、平均値、最頻値等）も考慮され得る。

30

【0054】

V が基準値を超えるセル等は、不良品と判定される。他方、 V が基準値以下であるセル等は、良品と判定される。判定後、良品のSOCは、（I）バッテリーパックの製造に好適なSOCに調整され得る。（C）SOCの調整において、セル等のSOCが第1SOC範囲（ $0 \sim 3\%$ ）内または第3SOC範囲（ $100 \sim 200\%$ ）内に調整されている場合には、（I）バッテリーパックの製造に先立ち、良品のSOCが、たとえば3～50%程度に調整されてもよい。セル等のSOCが第2SOC範囲（ $3 \sim 20\%$ ）内に調整されている場合には、SOCの再調整が実質的に不要な場合もある。したがって、（C）SOCの調整において、第2SOC範囲（ $3 \sim 20\%$ ）内のSOCが選択されることにより、第1SOC範囲（ $0 \sim 3\%$ ）内および第3SOC範囲（ $100 \sim 200\%$ ）内のSOCが選択される場合に比べて、工数が低減される可能性もある。

40

【0055】

《（I）バッテリーパックの製造》

50

第1実施形態の製造方法は、(I)良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールを含むバッテリーパックを製造することを含む。

【0056】

ここでは、回収されたバッテリーパックと同じ型式のバッテリーパックが再製造されてもよいし、あるいは回収されたバッテリーパックとは別の型式のバッテリーパックが製造されてもよい。またバッテリーパックは、再利用セル(第1実施形態で良品と判定されたセル等)のみを含むバッテリーパックであってもよいし、再利用セル等および未使用セル等の両方を含むバッテリーパックであってもよい。

【0057】

《(J)材料リサイクル》

第1実施形態の製造方法は、(J)不良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールから、材料を回収することを含む。

【0058】

不良品と判定されたセル等は、再生が不能であると考えられる。資源の有効活用の観点から、不良品は単に廃棄するのではなく、解体して各種材料を回収することが望ましい。ニッケル水素バッテリーからは、たとえば、ニッケル、コバルト等のレアメタルが回収され得る。回収された材料は、新たなセル等の製造、あるいは別の製品の製造に利用される。

【0059】

なおバッテリーモジュールが不良品と判定された場合には、バッテリーモジュールから複数のセルを回収し、複数のセルに対して、(C)SOCの調整~(H)判定を再度実施することにより、良品であるセルを回収することも考えられる。

【0060】

以上のように、第1実施形態の製造方法では、真に性能低下したセル等が短期間で検出されるため、効率良くバッテリーパックが製造され得る。

【0061】

<第2実施形態>

以下、第2実施形態が説明される。

第2実施形態の製造方法は、図1の(C)SOCの調整が判定を含むことに特徴を有する。その他については、前述された第1実施形態と同様である。そのため、ここでは同じ説明が繰り返されない。

【0062】

《(C)SOCの調整》

図2は、第2実施形態に係るバッテリーパックの製造方法の要部を示すフローチャートである。第2実施形態の製造方法では、(C)SOCの調整が(c1)充電中の温度上昇速度の監視、および(c2)判定を含む。以下、第2実施形態の製造方法の要部が順を追って説明される。

【0063】

第2実施形態の製造方法では、回収されたセルまたはバッテリーモジュールのSOCが第3SOC範囲(100~200%)内に調整される。

【0064】

《(c1)充電中の温度上昇速度の監視》

第2実施形態の製造方法は、(c1)充電中、セルまたはバッテリーモジュールの温度上昇速度を監視することを含む。

【0065】

ここでの充電は、定電流方式であることが望ましい。電流の大きさが変化することにより、温度上昇速度が変化する可能性もあるためである。セル等の温度は、たとえば、電槽の外面に熱電対を取り付けることにより測定され得る。温度の測定箇所は、複数であってもよい。セル等の温度が時間で微分されることにより、温度上昇速度が算出される。

【0066】

《(c2)判定》

10

20

30

40

50

第2実施形態の製造方法は、(c2)温度上昇速度が予め設定された基準値以下の場合に、セルまたはバッテリーモジュールを良品と判定することを含む。

【0067】

通常、充電電流が一定である場合、セル等の温度上昇速度は、ほぼ一定であるか、あるいは緩やかに上昇する。しかし、真に性能低下したセル等では、異常な発熱により、温度上昇速度が急激に上昇する場合がある。そこで温度上昇速度に基準値(上限値)を設けておくことにより、異常な発熱を示すセル等を早期に検出することができる。

【0068】

温度上昇速度の基準値(上限値)の決定には、統計的な手法が使用され得る。たとえば、予め良品であることが確認されているセル等、および不良品であることが確認されているセル等の温度上昇速度が複数測定されることにより、良品の温度上昇速度の統計量(たとえば、最大値、平均値、最頻値等)、および不良品の温度上昇速度の統計量(たとえば、最小値、平均値、最頻値等)が取得される。たとえば、不良品の温度上昇速度の最小値に、所定の安全係数を掛け合せた値が基準値とされてもよい。ここでも、基準値の決定にあたっては、良品であることが確認されているセル等の温度上昇速度の統計量(たとえば、最大値、平均値、最頻値等)が考慮され得る。

【0069】

なお第2実施形態の製造方法では、充電中に、セル等の温度上昇速度が基準値を超えた時点で、そのセル等の充電を中止し(すなわち、そのセル等を不良品と判定し)、別のセル等と交換してよい。こうした態様により、充放電装置の処理数(スループット)が向上することが期待される。

【0070】

良品と判定されたセル等は、図1に示されるように、(D)第1開路電圧の測定へと流される。不良品と判定されたセル等は(J)材料リサイクルへと流される。バッテリーパックの製造方法が、温度上昇速度による判定を含むことにより、真に性能低下したセル等の検出精度が向上することが期待される。また製造フローの上流において、セル等の一次選別が行われることにより、バッテリーパックの生産効率が向上することも期待される。滞留時間が長い作業((E)放置)に流される不良品が低減されるためである。

【0071】

<第3実施形態>

以下、第3実施形態が説明される。

図3は、第3実施形態に係るバッテリーパックの製造方法の概略を示すフローチャートである。第3実施形態の製造方法は、(C)SOCの調整において、セル等を第1SOC範囲(0~3%)内に調整すること、ならびに(H)判定後に、セル等を(K)過充電することに特徴を有する。その他は、前述された第1実施形態と同様である。そのため、ここでは同じ説明が繰り返されない。

【0072】

《(C)SOCの調整》

第3実施形態の製造方法では、回収されたセルまたはバッテリーモジュールの充電状態が第1充電状態範囲内に調整される。

【0073】

第1SOC範囲(0~3%)内では、ニッケル水素バッテリーの充電曲線が特に急峻である。そのため、第1SOC範囲(0~3%)内のSOCからのVが測定されることにより、良品のVと、不良品のVとの差がますます顕著になる。これにより、放置期間の短縮および不良品の検出精度の向上が期待される。

【0074】

《(K)過充電》

第3実施形態の製造方法は、(I)良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールを含むバッテリーパックを製造する前に、(K)良品と判定されたセルまたはバッテリーモジュールを、100%以上の充電状態まで充電することを含む。

【0075】

上記のように、第1SOC範囲(0~3%)内のSOCからのVが測定されることにより、不良品の検出精度の向上等が期待される。しかし第1SOC範囲(0~3%)内は、電圧が低いため、良品の負極活物質から水素が抜ける可能性もある。

【0076】

そこで、第3実施形態では、水素の抜けを補填するために、(H)判定後であって(I)バッテリーパックの製造前に、セル等が過充電される。これにより、電解液の分解により発生した水素が、負極活物質に充填され得る。ここでの充電における到達SOCは100%以上である限り、特に制限されない。ただし、到達SOCが過度に高いと、水素ガスの発生によりセルの内圧が上昇する可能性もある。到達SOCは、たとえば、200%以下であり、好ましくは150%以下である。

10

【0077】

第3実施形態の製造方法では、(H)判定により、高いSOCで発熱する可能性があるセル等(不良品)が取り除かれた後に、良品のセル等に対して(K)過充電が実施される。そのため過充電する際に、セル等の温度上昇速度を監視する必要性が低い。したがって、第3実施形態の製造方法では、温度監視機能を有しない充放電装置が使用され得る。すなわち第3実施形態の製造方法では、第2実施形態の製造方法よりも、生産設備が簡略化されることが期待される。

【実施例】

【0078】

以下、実験例が説明される。ただし、以下の例は、本開示の発明の範囲を限定するものではない。

20

【0079】

<例1>

60%のSOCからの電圧降下量(V)により、良品であることが確認されているバッテリーモジュールが10個準備される。以下この10個のバッテリーモジュールは「良品群」と称される。

【0080】

過酷サイクル試験により意図的に性能低下させたバッテリーモジュールが10個準備される。以下この10個のバッテリーモジュールは「不良品群」と称される。良品群のバッテリーモジュールおよび不良品群のバッテリーモジュールは、同仕様のニッケル水素バッテリーである。

30

【0081】

良品群および不良品群のバッテリーモジュールのSOCが、第1SOC範囲(0~3%)内である1%に調整される。SOCの調整後、良品群および不良品群のバッテリーモジュールの第1開路電圧が測定される。第1開路電圧の測定後、良品群および不良品群のバッテリーモジュールが放置される。1日毎に開路電圧(すなわち第2開路電圧)が測定され、その都度、電圧降下量(V)が算出される。

【0082】

良品群のVの平均値と、不良品群のVの平均値との間に、300mVの差が現れるまでの期間が測定される。ここでの300mVの差は有意差と考えてよい。結果は、下記表1に示されている。

40

【0083】

<例2~4>

例2~4では、下記表1に示されるように、放置開始時のSOCが変更されることを除いては、例1と同じ手順により、良品群のVの平均値と、不良品群のVの平均値との間に、300mVの差が現れるまでの期間が測定される。結果は、下記表1に示されている。

【0084】

【表 1】

表 1

	例 1	例 2	例 3	例 4
放置開始時の SOC	1% (0~3%)	10% (3~20%)	150% (100~200%)	60%
良品群の ΔV の平均値と 不良品具の ΔV の平均値との間に 300mV の差が生じるまでの期間	2 日	7 日	5 日	36 日

10

【 0 0 8 5 】

< 結果 >

上記表 1 に示されるように、例 1 ~ 3 は、良品群の V の平均値と不良品群の V の平均値との間に有意差が生じるまでの期間が、例 4 よりも短い。例 1 ~ 3 が属する SOC 範囲内では、ニッケル水素電池の充電曲線が急峻であるためと考えられる。

【 0 0 8 6 】

今回開示された実施形態および実施例は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の発明の範囲は、上記された説明ではなくて、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

20

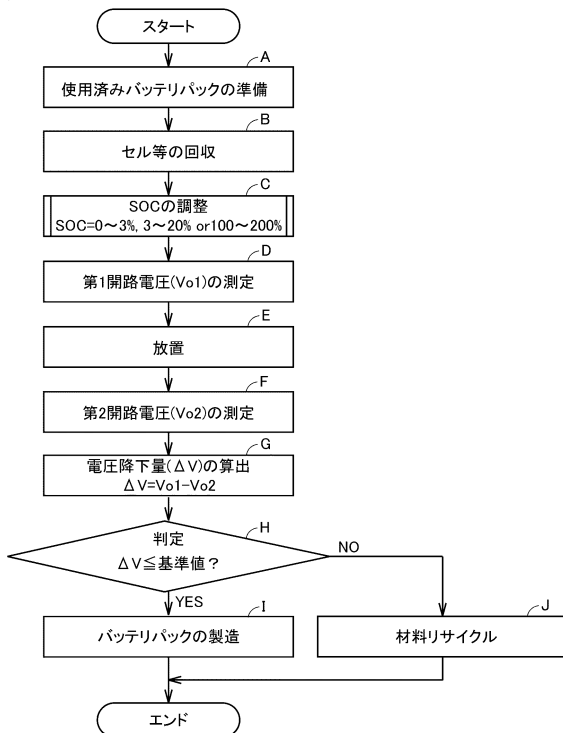
【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

1 セル、2 電槽、10 バッテリモジュール、100 バッテリパック、101 収納箱。

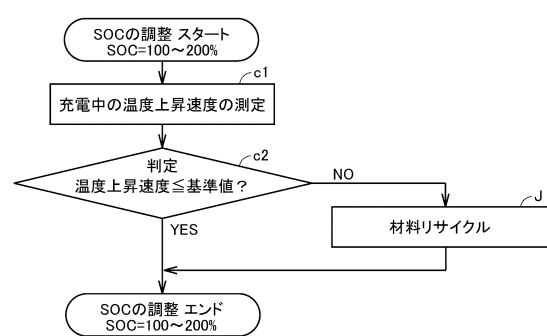
【図 1】

図1



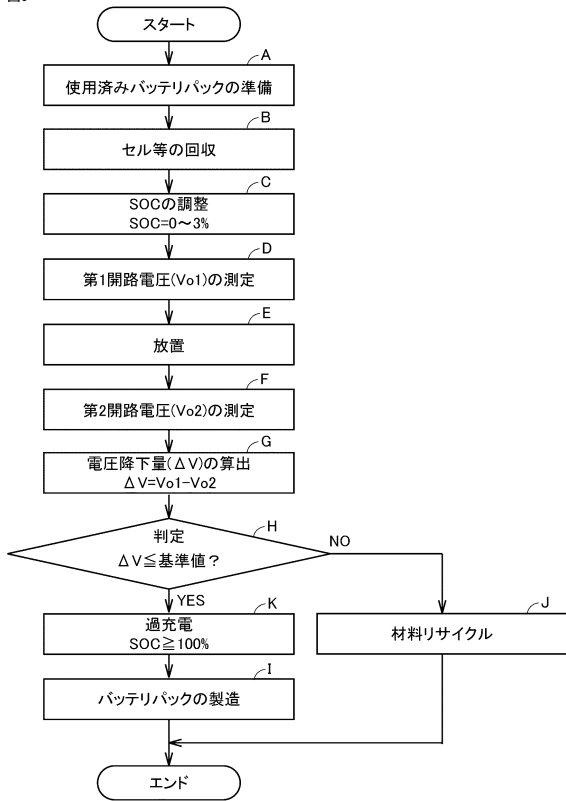
【図 2】

図2



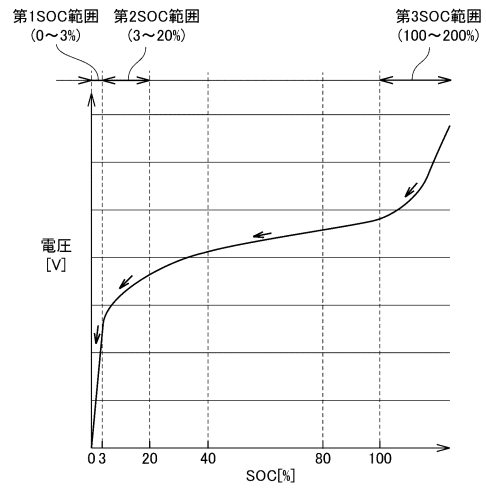
【 図 3 】

図3



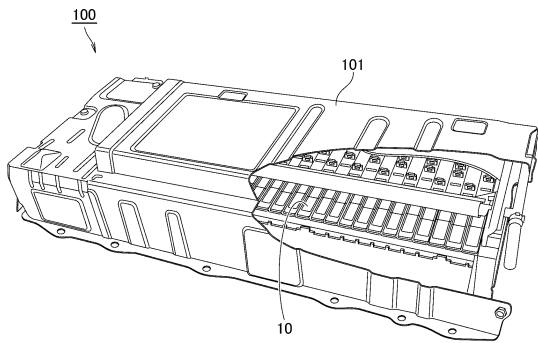
【 図 4 】

図4



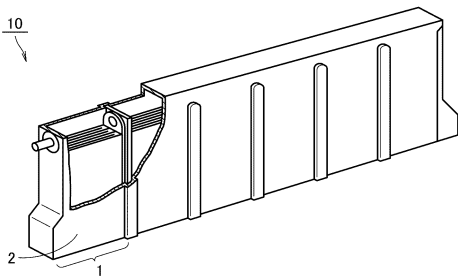
【 図 5 】

図5



【 図 6 】

図6



フロントページの続き

審査官 猪瀬 隆広

- (56)参考文献 特開2009-277627(JP,A)
特開2011-171032(JP,A)
特開2015-204151(JP,A)
特開2014-002009(JP,A)
特開2004-328902(JP,A)
特開平08-069820(JP,A)
国際公開第2013/008409(WO,A1)
特開2011-252930(JP,A)
特開2015-103387(JP,A)
特開2002-171684(JP,A)
特開2001-286076(JP,A)
特開昭64-057568(JP,A)
特開平05-343101(JP,A)
特開2015-118897(JP,A)
特開2011-216328(JP,A)
国際公開第2011/162014(WO,A1)
米国特許出願公開第2013/0090872(US,A1)
中国特許出願公開第103081213(CN,A)
特開2012-138192(JP,A)
特開2010-153275(JP,A)
国際公開第2004/051785(WO,A1)
特開2008-235036(JP,A)
特開2009-016162(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0011327(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 10/42 - 10/54
H01M 2/10
H02J 7/00 - 7/12
H02J 7/34 - 7/36
G01R 31/36