

(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2017-223496

(P2017-223496A)

(43) 公開日 平成29年12月21日(2017.12.21)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
GO1R	31/36	(2006.01)	GO1R	31/36	ZHVA	2G216	
HO1M	10/48	(2006.01)	HO1M	10/48	P	5G503	
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	M	5H030	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-117960 (P2016-117960)
 (22) 出願日 平成28年6月14日 (2016.6.14)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 高橋 賢司
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 2G216 AB01 BA02 BA03 BA15 BA17
 BA20 BA46 CA01 CA04 CA11
 CB32 CB34 CC02
 5G503 BA01 BB01 EA05 FA06
 5H030 AS08 FF22 FF41 FF42 FF43
 FF44

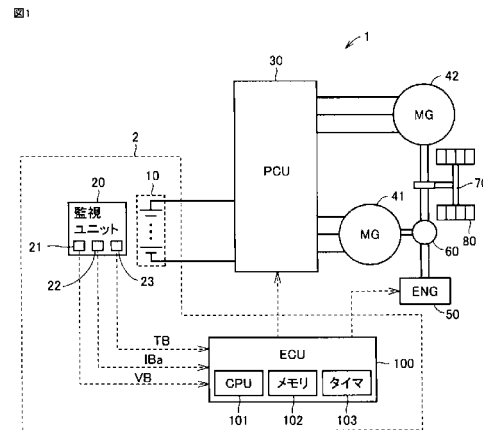
(54) 【発明の名称】 電池システム

(57) 【要約】

【課題】ニッケル水素電池を備える電池システムにおいて、電池の副反応による影響を考慮してSOC値の推定精度を向上させる。

【解決手段】ECU100は、ニッケル水素電池10の電流積算値を用いてニッケル水素電池10のSOC値を算出する。ここで、ECU100は、ニッケル水素電池10の状態とニッケル水素電池10における自己放電電流との関係を示すデータを記憶し、そのデータを参照して、ニッケル水素電池10の状態から自己放電電流を推定する。そして、ECU100は、自己放電電流の推定値を電流センサ22の検出値から差引くことによって得られる値を積算した積算値を用いてSOC値を算出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ニッケル水素電池と、
 前記ニッケル水素電池の入出力電流を検出する電流センサと、
 前記ニッケル水素電池の電流積算値を用いて前記ニッケル水素電池の蓄電量を算出する
 制御装置とを備え、
 前記制御装置は、
 前記ニッケル水素電池の状態と前記ニッケル水素電池における自己放電電流との関係を示すデータを記憶し、
 前記データを参照して、前記ニッケル水素電池の状態から前記自己放電電流を推定し、
 前記自己放電電流の推定値を前記電流センサの検出値から差引くことによって得られる
 値を積算した積算値を用いて前記蓄電量を算出する、電池システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電池システムに関し、特に、ニッケル水素電池を備える電池システムにおいてニッケル水素電池の蓄電量を推定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特開 2007 - 333447 号公報（特許文献 1）は、二次電池の充電状態（State of Charge）を示す SOC 値（二次電池の満充電容量に対する蓄電量を 0 ~ 100 % で表わした値であり、二次電池の残存容量を示す。）の推定精度を向上可能な技術を開示する。この技術では、二次電池の充放電に伴うメモリ効果による電圧降下又は電圧上昇を考慮して二次電池の無負荷電圧（開放電圧（OCV（Open Circuit Voltage））とも称される。）が補正され、補正された OCV に基づいて SOC 値が推定される（特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 333447 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ニッケル水素電池では、SOC 値の推定精度を向上させる手法として、電池の電流積算値を用いる方式（以下「電流積算方式」とも称する。）も採用される。この電流積算方式は、電池の入出力電流を積算することによって積算開始時からの SOC 値の変化量を求め、その求められた変化量を SOC 値の初期値（積算開始時の値）に加えることによって SOC 値を算出するものである。

【0005】

しかしながら、電池の入出力電流の積算値を用いる上記の方式によっても、SOC 値の推定精度が低下する可能性がある。すなわち、ニッケル水素電池の内部では、電池の主反応に加えて副反応が同時に起こっており、この副反応による影響を考慮しないと、SOC 値の推定精度が低下する可能性がある。上記の特許文献 1 に記載の技術では、電池の副反応による影響は考慮されていない。

40

【0006】

この発明は、かかる課題を問題するためになされたものであり、その目的は、ニッケル水素電池を備える電池システムにおいて、電池の副反応による影響を考慮して蓄電量（SOC 値）の推定精度を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

この発明に従う電池システムは、ニッケル水素電池と、電流センサと、制御装置とを備える。電流センサは、ニッケル水素電池の入出力電流を検出する。制御装置は、ニッケル水素電池の電流積算値を用いてニッケル水素電池の蓄電量を算出する。ここで、制御装置は、ニッケル水素電池の状態とニッケル水素電池における自己放電電流との関係を示すデータを記憶し、そのデータを参照して、ニッケル水素電池の状態から自己放電電流を推定する。そして、制御装置は、自己放電電流の推定値を電流センサの検出値から差引くことによって得られる値を積算した積算値を用いてニッケル水素電池の蓄電量を算出する。

【0008】

ニッケル水素電池の内部では、副反応の一つとして、放電時・充電時・無負荷時に拘わらず、正極において、プロトン (H^+) を取込んで O_2 を放出することにより自己放電する反応が生じている。この自己放電による電荷の消費を考慮せずに電流センサの検出値を直接積算して蓄電量 (SOC 値) を算出すると、算出された蓄電量は、真の蓄電量に対して過大なものとなり得る。そこで、この電池システムにおいては、ニッケル水素電池の状態とニッケル水素電池における自己放電電流との関係を示す予め準備されたデータを参照して、ニッケル水素電池の状態から自己放電電流が推定され、その推定値を電流センサの検出値から差引くことによって得られる値を積算した積算値を用いて蓄電量が算出される。これにより、電流センサの検出値から自己放電の影響が排除された真の電池電流に基づいて蓄電量が算出される。

10

【0009】

したがって、この発明によれば、ニッケル水素電池を備える電池システムにおいて、電池の副反応 (自己放電反応) による影響を考慮して蓄電量 (SOC 値) の推定精度を向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明の実施の形態に従う電池システムが搭載された車両の構成を概略的に示した図である。

【図2】ECUが制御用SOC値を算出する際に実行する処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図3】ニッケル水素電池の温度が一定の下でのニッケル水素電池の電圧の推移を示した図である。

30

【図4】図3と同条件の温度及び電圧の下でニッケル水素電池に入出力される電流を示した図である。

【図5】ニッケル水素電池の電圧と自己放電電流との相関についての実験結果を示した図である。

【図6】ニッケル水素電池の温度と自己放電電流とについてのアレニウスプロットを示した図である。

【図7】ニッケル水素電池の状態と自己放電電流との関係についてのデータを示した図である。

【図8】図2のステップS10において実行される第1暫定SOCa算出処理 (電流積算方式) の手順を説明するフローチャートである。

40

【図9】SOC値が0%から満充電状態までニッケル水素電池を充電し、その後、ニッケル水素電池を完全に放電したときの、第1暫定SOCaの推移を示した第1の図である。

【図10】SOC値が0%から満充電状態までニッケル水素電池を充電し、その後、ニッケル水素電池を完全に放電したときの、第1暫定SOCaの推移を示した第2の図である。

【図11】SOC値が0%から満充電状態までニッケル水素電池を充電し、その後、ニッケル水素電池を完全に放電したときの、第1暫定SOCaの推移を示した第3の図である。

【図12】車両の走行中におけるSOC値の推移の一例を示した図である。

50

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 1 2 】

< 電池システムの構成 >

図 1 は、この発明の実施の形態に従う電池システムが搭載された車両 1 の構成を概略的に示した図である。なお、以下では、車両 1 がハイブリッド車両である場合について代表的に説明するが、この発明に従う電池システムは、ハイブリッド車両に搭載されるものに限定されず、ニッケル水素電池を搭載した車両全般、さらには車両以外の用途にも適用可能である。

10

【 0 0 1 3 】

図 1 を参照して、車両 1 は、電池システム 2 と、パワーコントロールユニット（以下「P C U (Power Control Unit)」と称する。）3 0 と、モータジェネレータ（以下「M G (Motor Generator)」と称する。）4 1 , 4 2 と、エンジン 5 0 と、動力分割装置 6 0 と、駆動軸 7 0 と、駆動輪 8 0 とを備える。電池システム 2 は、ニッケル水素 (N i M H) 電池 1 0 と、監視ユニット 2 0 と、電子制御装置（以下「E C U (Electronic Control Unit)」と称する。）1 0 0 とを含む。

【 0 0 1 4 】

エンジン 5 0 は、空気と燃料との混合気を燃焼させたときに生じる燃焼エネルギーをピストンやロータなどの運動子の運動エネルギーに変換することによって動力を出力する内燃機関である。動力分割装置 6 0 は、たとえば、サンギヤ、キャリア、リングギヤの 3 つの回転軸を有する遊星歯車機構を含む。動力分割装置 6 0 は、エンジン 5 0 から出力される動力を、M G 4 1 を駆動する動力と、駆動輪 8 0 を駆動する動力とに分割する。

20

【 0 0 1 5 】

M G 4 1 , 4 2 は、交流回転電機であり、たとえば、ロータに永久磁石が埋設された三相交流同期電動機である。M G 4 1 は、主として、動力分割装置 6 0 を経由してエンジン 5 0 により駆動される発電機として用いられる。M G 4 1 が発電した電力は、P C U 3 0 を介して M G 4 2 又はニッケル水素電池 1 0 に供給される。

【 0 0 1 6 】

M G 4 2 は、主として電動機として動作し、駆動輪 8 0 を駆動する。M G 4 2 は、ニッケル水素電池 1 0 からの電力及び M G 4 1 の発電電力の少なくとも一方を受けて駆動され、M G 4 2 の駆動力は駆動軸 7 0 に伝達される。一方、車両の制動時や下り斜面での加速度低減時には、M G 4 2 は、発電機として動作して回生発電を行なう。M G 4 2 が発電した電力は、P C U 3 0 を介してニッケル水素電池 1 0 に供給される。

30

【 0 0 1 7 】

ニッケル水素電池 1 0 は、直列に接続された複数のニッケル水素電池セルを含み、M G 4 1 , 4 2 を駆動するための電力を蓄える。すなわち、ニッケル水素電池 1 0 は、P C U 5 0 を通じて M G 4 1 , 4 2 へ電力を供給することができる。また、ニッケル水素電池 1 0 は、M G 4 1 , 4 2 の発電時に P C U 3 0 を通じて発電電力を受けて充電される。

【 0 0 1 8 】

監視ユニット 2 0 は、電圧センサ 2 1 と、電流センサ 2 2 と、温度センサ 2 3 とを含む。電圧センサ 2 1 は、ニッケル水素電池 1 0 の端子間電圧（以下「電圧 V B」と称する。）を検出する。電流センサ 2 2 は、ニッケル水素電池 1 0 の入出力電流（以下「電流 I B a」と称する。）を検出する。なお、この実施の形態では、電流センサ 2 2 は、ニッケル水素電池 1 0 への入力電流を正值とし、ニッケル水素電池 1 0 からの出力電流を負値として検出する。温度センサ 2 3 は、ニッケル水素電池 1 0 の温度（以下「温度 T B」と称する。）を検出する。そして、各センサは、検出結果を示す信号を E C U 1 0 0 へ出力する。

40

【 0 0 1 9 】

P C U 3 0 は、E C U 1 0 0 からの制御信号に従って、ニッケル水素電池 1 0 と M G 4

50

1, 42との間で双方向の電力変換を実行する。PCU30は、MG41, 42の状態をそれぞれ別々に制御可能に構成されており、たとえば、MG41を回生(発電)状態にしつつ、MG42を力行状態にすることができる。PCU30は、たとえば、MG41, 42に対応して設けられる2つのインバータと、各インバータに供給される直流電圧をニッケル水素電池10の電圧以上に昇圧するコンバータとを含んで構成される。

【0020】

ECU100は、CPU(Central Processing Unit)101と、メモリ(ROM(Read Only Memory)及びRAM(Random Access Memory))102と、タイマ103と、各種信号を入出力するための入出力ポート(図示せず)とを含んで構成される。ECU100は、各センサから受ける信号並びにメモリ102に記憶されたプログラム及びマ

10

【0021】

たとえば、ニッケル水素電池10を充電する必要がある場合、ECU100は、エンジン50の動力の一部を用いてMG41に発電させ、MG41が発電した電力でニッケル水素電池10を充電するように、エンジン50及びPCU30(MG41, MG42)を制御する。

【0022】

ECU100は、ニッケル水素電池10の充放電を的確に行なうために、ニッケル水素電池10の蓄電量(SOC値)を算出する。一般的に、二次電池のSOC値の算出方式として、二次電池の電流積算値を用いる方式(以下「電流積算方式」とも称する。)や、二次電池の電圧を用いる方式(以下「電圧方式」とも称する。)が知られている。電流積算方式は、二次電池の充放電電流を積算することによって積算開始時からのSOC値の変化量を求め、その求められた変化量をSOC値の初期値(積算開始時の値)に加えることによってSOC値を算出するものである。電圧方式は、SOC値に対するOCVの値を示すOCVカーブを予め実験等によって求めて記憶しておき、OCVカーブを参照して二次電池の電圧検出値からSOC値を算出するものである。

20

【0023】

この実施の形態では、電流積算方式によるSOC値と電圧方式によるSOC値との双方が算出され、双方の寄与度を重み付けして最終的なSOC値が算出される。具体的には、ECU100は、電流積算方式によって第1暫定SOCaを算出するとともに、電圧方式によって第2暫定SOCbを算出し、第1暫定SOCa及び第2暫定SOCbを適宜重み付けすることによって制御用SOC値を算出する。この制御用SOC値が、ニッケル水素電池10の充放電制御に用いられる。

30

【0024】

図2は、ECU100が制御用SOC値を算出する際に実行する処理手順の一例を示すフローチャートである。このフローチャートは所定周期で繰り返し実行される。

【0025】

図2を参照して、ECU100は、電流積算方式による第1暫定SOCaを算出する(ステップS10)。具体的には、ECU100は、ニッケル水素電池10の充放電電流を積算することによって積算開始時からのSOC値の変化量SOCを求め、その求められた変化量SOCをSOC値の初期値(積算開始時の値)に加えることによって第1暫定SOCaを算出する。なお、電流積算方式そのものは公知であるため、さらなる詳細な説明は繰返さない。

40

【0026】

次いで、ECU100は、電圧方式による第2暫定SOCbを算出する(ステップS20)。具体的には、ECU100は、実験等によって求められた新品時のOCVカーブをメモリ102に予め記憶しておき、このOCVカーブを参照して電圧VB(電圧センサ21による検出値)に対応するSOC値(第2暫定SOCb)を算出する。なお、電圧方式そのものは公知であるため、さらなる詳細な説明は繰返さない。

50

【 0 0 2 7 】

そして、E C U 1 0 0 は、重み係数 K を用いて第 1 暫定 S O C a 及び第 2 暫定 S O C b を重み付けすることによって制御用 S O C 値を算出する（ステップ S 3 0）。具体的には、E C U 1 0 0 は、第 1 暫定 S O C a、第 2 暫定 S O C b 及び重み係数 K を下記の算出式（1）に代入することによって制御用 S O C 値を算出する。

【 0 0 2 8 】

$$\text{制御用 S O C} = K \cdot \text{S O C a} + (1 - K) \cdot \text{S O C b} \quad \dots (1)$$

なお、重み係数 K は、0 以上かつ 1 以下の値であり、制御用 S O C 値に対する第 1 暫定 S O C a 及び第 2 暫定 S O C b の寄与度をどの程度にするかに応じて適宜調整される。たとえば、重み係数 K に S O C 依存性等がある場合には、重み係数 K をマップや式としてメモリ 1 0 2 に記憶してもよい。

10

【 0 0 2 9 】

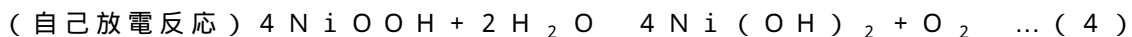
ニッケル水素電池では、一般的に、電圧方式に用いられる O C V カーブの傾き（S O C の変化に対する O C V の変化量）が小さくなる領域が存在し（低 S O C 及び高 S O C 以外の領域）、電圧方式による S O C 推定精度が低下し得る。そのため、電圧方式による S O C 推定精度の低下を補うために、電流積算方式による S O C 推定が重視される。しかしながら、電流積算方式によっても、S O C 値の推定精度が低下する可能性がある。

【 0 0 3 0 】

すなわち、ニッケル水素電池の内部では、電池の主反応に加えて副反応が同時に生じている。具体的には、副反応の一つとして、放電時・充電時・無負荷時に拘わらず、正極において、プロトン（H⁺）を取込んで O₂ を放出することにより自己放電する反応が生じている。以下に、ニッケル水素電池の主反応、及び副反応の一つである自己放電反応の反応式を示す。

20

【 0 0 3 1 】



この自己放電反応による電荷の消費を考慮せずに電流センサ 2 2 の検出値（I B a）を直接積算して S O C 値を算出すると、算出された S O C 値は、真の S O C 値に対して過大なものとなり得る。

30

【 0 0 3 2 】

そこで、この実施の形態に従う電池システム 2 では、ニッケル水素電池 1 0 の状態とニッケル水素電池 1 0 における自己放電電流との関係を示すデータを実験等により予め準備してメモリ 1 0 2 に記憶しておき、メモリ 1 0 2 に記憶された上記データを参照して、ニッケル水素電池 1 0 の状態から自己放電電流が推定される。そして、その自己放電電流の推定値を電流センサ 2 2 の検出値 I B a（電池への入力）から差引くことによって得られる値を積算することによって S O C 値の変化量 Δ S O C が求められ、その求められた変化量 Δ S O C を S O C 値の初期値（積算開始時の値）に加えることによって第 1 暫定 S O C a が算出される。これにより、自己放電の影響が排除された真の電池電流に基づいて S O C 値を算出することができる。

40

【 0 0 3 3 】

以下では、ニッケル水素電池 1 0 の状態と自己放電電流との関係について説明し、図 2 に示したステップ S 1 0 の処理（電流積算方式による第 1 暫定 S O C a 算出処理）の詳細について説明する。

【 0 0 3 4 】

< ニッケル水素電池 1 0 の状態と自己放電電流との関係 >

図 3、4 は、ニッケル水素電池 1 0 における自己放電電流を推定する実験結果の一例を示した図である。図 3 は、ニッケル水素電池 1 0 の温度が一定の下でのニッケル水素電池 1 0 の電圧の推移を示し、図 4 は、図 3 と同条件の温度及び電圧の下でニッケル水素電池 1 0 に入出力される電流（電流センサ 2 2 の検出値 I B a）を示した図である。

50

【 0 0 3 5 】

図 3 及び図 4 を参照して、ある一定の温度下でニッケル水素電池 1 0 の電圧を V_c に維持したときにニッケル水素電池 1 0 に入出力される電流（電流センサ 2 2 の検出値 I_{Ba} ）が示される。図 3 における線 k_1 は、ニッケル水素電池 1 0 の電圧が V_c よりも低い状態から電圧を V_c に合わせ込んだときの電圧の推移を示し、図 4 における線 k_3 は、そのときの入出力電流の推移を示す。一方、図 3 における線 k_2 は、ニッケル水素電池 1 0 の電圧が V_c よりも高い状態から電圧を V_c に合わせ込んだときの電圧の推移を示し、図 4 における線 k_4 は、そのときの入出力電流の推移を示す。

【 0 0 3 6 】

図示されるように、ある一定の温度下でニッケル水素電池 1 0 の電圧を V_c に維持すると、ニッケル水素電池 1 0 の入出力電流は、ある一定値（充電方向）に収束する。電圧が一定に維持されていることから、この電流は、ニッケル水素電池 1 0 の内部で生じている自己放電による蓄電量の減少を補うものと理解され、すなわち、ニッケル水素電池 1 0 における自己放電電流を示しているものと理解される。

10

【 0 0 3 7 】

そこで、ニッケル水素電池 1 0 の電圧及び温度の条件を変えて、上記の方法によりニッケル水素電池 1 0 の状態（電圧及び温度）に応じた自己放電電流を求め、ニッケル水素電池 1 0 の状態と自己放電電流との関係を示すデータを求めることができる。

【 0 0 3 8 】

図 5 は、ニッケル水素電池 1 0 の電圧と自己放電電流 I_s との相関についての実験結果を示した図である。図 5 を参照して、横軸は、ニッケル水素電池 1 0 の電圧を示し、自己放電電流 I_s は小さいことから、横軸の電圧は、ニッケル水素電池 1 0 の OCV とみなすことができる。図から、自己放電電流 I_s の電圧依存性が理解され、電圧（ OCV ）が高いほど自己放電電流 I_s が大きくなることが分かる。また、同図からは、自己放電電流 I_s の温度依存性も理解される。

20

【 0 0 3 9 】

図 6 は、ニッケル水素電池 1 0 の温度と自己放電電流 I_s についてのアレニウスプロットを示した図である。図 6 を参照して、横軸は、ニッケル水素電池 1 0 の温度 T_B の逆数を示し、縦軸は、自己放電電流 I_s の自然対数値を示す。印は、ニッケル水素電池 1 0 の電圧（ OCV ）が V_{c1} である場合のデータであり、印は、ニッケル水素電池 1 0 の電圧（ OCV ）が V_{c2} （ $V_{c2} > V_{c1}$ ）である場合のデータである。図から、自己放電電流 I_s について、アレニウス則に従う温度依存性が理解される。

30

【 0 0 4 0 】

以上のような実験結果に基づいて、ニッケル水素電池 1 0 の状態（ OCV ，温度 T_B ）と自己放電電流 I_s との関係を示すデータを求めることができる。

【 0 0 4 1 】

図 7 は、ニッケル水素電池 1 0 の状態と自己放電電流 I_s との関係についてのデータを示した図である。図 7 を参照して、ニッケル水素電池 1 0 の状態は、 OCV と温度 T_B とによって区分され、ニッケル水素電池 1 0 の状態（ OCV ，温度 T_B ）毎に、上記のような実験により自己放電電流 I_s が求められる。そして、図示されるように、ニッケル水素電池 1 0 の状態毎に実験により求められた自己放電電流 I_s のデータが、たとえばマップとして $ECU 100$ のメモリ 102（図 1）に記憶される。なお、マップに代えて、ニッケル水素電池 1 0 の状態（ OCV ，温度 T_B ）と自己放電電流 I_s との関係を示す関係式をメモリ 102 に記憶してもよい。

40

【 0 0 4 2 】

このようなニッケル水素電池 1 0 の状態と自己放電電流 I_s との関係を示すデータを実験により予め準備して $ECU 100$ のメモリ 102 に記憶しておき、ニッケル水素電池 1 0 の状態に応じて自己放電電流 I_s が推定される。そして、その自己放電電流 I_s の推定値を電流センサ 2 2 の検出値 I_{Ba} （充電方向を正）から差引くことによって、自己放電の影響が排除された真の電池電流 I_B が算出され、この電池電流 I_B の積算値に基づいて

50

第1暫定SOCaが算出される。

【0043】

図8は、図2のステップS10において実行される第1暫定SOCa算出処理（電流積算方式）の手順を説明するフローチャートである。

【0044】

図8を参照して、ECU100は、電圧センサ21、電流センサ22、温度センサ23の各検出値を監視ユニット20から取得する（ステップS110）。次いで、ECU100は、ニッケル水素電池10の分極による電圧上昇量又は電圧降下量を算出する（ステップS120）。なお、ここでいう分極とは、ニッケル水素電池10に負荷電流が流れている場合の、ニッケル水素電池10の内部抵抗による電圧上昇量（充電時）又は電圧降下量（放電時）を示す。すなわち、電流センサ22の検出値にニッケル水素電池10の内部抵抗を乗算することによって、内部抵抗による電圧上昇量（充電時）又は電圧降下量（放電時）を算出することができる。なお、ニッケル水素電池10の内部抵抗は、ニッケル水素電池10の温度依存性が大きく、予め実験等により内部抵抗を温度の関数として求めておくのが好ましい。なお、内部抵抗のSOC依存性が無視できない場合には、内部抵抗の関数にSOC依存項を設けてもよい。

10

【0045】

次いで、ECU100は、ステップS120において算出された電圧上昇量（充電時：正值）又は電圧下降量（放電時：負値）を電圧センサ21の検出値VBから差引くことにより、ニッケル水素電池10のOCVを算出する（ステップS130）。そして、ECU100は、ステップS130において算出されたOCVと、温度センサ23によるニッケル水素電池10の温度TBの検出値とから、メモリ102に記憶されたマップ（図7）を用いて自己放電電流Isを推定する（ステップS140）。

20

【0046】

自己放電電流Isが推定されると、ECU100は、推定された自己放電電流Isを電流センサ22の検出値IBa（電池への入力为正）から差引くことにより、自己放電の影響が排除された真の電池電流IBが算出される（ステップS150）。そして、ECU100は、ステップS150において算出された電池電流IBを積算することによってSOC値の変化量SOCを算出し、その変化量SOCをSOC値の初期値（積算開始時の値）に加えることによって第1暫定SOCaを算出する（ステップS160）。

30

【0047】

図9～図12は、自己放電の影響を排除して算出されたSOC値の推定精度の向上効果を説明するための図である。

【0048】

図9～図11は、SOC値が0%から満充電状態までニッケル水素電池10を充電し、その後、ニッケル水素電池10を完全に放電したときの、第1暫定SOCaの推移を示した図である。図9～図11の各々において、実線は、第1暫定SOCaの推移を示し、点線は、参考例として、自己放電の影響を考慮していない場合の電流積算に基づくSOC値（すなわち、電流センサ22の検出値IBaを直接積算した場合のSOC値）の推移を示す。実線及び点線の各々において、電圧が高い方の曲線は、充電時の特性を示し（充電カーブ）、電圧が低い方の曲線は、放電時の特性を示す（放電カーブ）。

40

【0049】

図9は、ニッケル水素電池10の入出力電流の大きさがI1であり、温度TBがT1であるときのSOC値の推移を示す。図10は、ニッケル水素電池10の入出力電流の大きさがI2（I2>I1）であり、温度TBがT1であるときのSOC値の推移を示し、図11は、図10のケースと同じ電流条件（I2）で温度TBがT2（T2>T1）であるときのSOC値の推移を示す。

【0050】

図9～図11を参照して、自己放電の影響を考慮していない場合（点線）の放電終了時のSOC値と、原点（充電開始時の点）のSOC値との乖離は、自己放電の影響を意味す

50

る。図 9 に示されるケース ($I B a = I 1$ 、 $T B = T 1$) では、上記乖離は A % である。図 10 に示されるケース ($I B a = I 2$ ($I 2 > I 1$)、 $T B = T 1$) では、上記乖離は B % であり、A と B との大きさの関係は $A > B$ である。これは、入出力電流が小さいほど、充放電時間が長いため、相対的に自己放電の影響が大きくなるからである。また、図 11 に示されるケース ($I B a = I 2$ 、 $T B = T 2$ ($T 2 > T 1$)) では、上記乖離は C % であり、B と C との大きさの関係は $B < C$ である。これは、ニッケル水素電池 10 の温度が高いときほど、自己放電電流 $I s$ が大きくなるためである。すなわち、高温の場合ほど、自己放電電流 $I s$ が大きくなり、SOC 値の推定誤差も大きくなることを示している。

【0051】

これに対して、図 8 に示したフローチャートによって算出される、この実施の形態による第 1 暫定 SOC a (実線) には、上記のような誤差は見られず、自己放電の影響が排除されており、SOC 値の推定精度が向上することが示されている (図 9 ~ 図 11 の各々において、実線は、原点から始まり、原点に戻っている。)

10

【0052】

図 12 は、車両 1 の走行中における SOC 値の推移の一例を示した図である。図 12 を参照して、実線 k 6 は、図 8 に示したフローチャートによって算出される、この実施の形態による第 1 暫定 SOC a の推移を示し、点線 k 5 は、参考例として、自己放電の影響を考慮していない場合の電流積算に基づく SOC 値 (すなわち、電流センサ 22 の検出値 $I B a$ を直接積算した場合の SOC 値) の推移を示す。

20

【0053】

この実施の形態に従う電池システム 2 において算出される第 1 暫定 SOC a (実線 k 6) は、自己放電の影響を考慮していない場合の SOC 値 (点線 k 5) よりも、自己放電の影響が排除される分だけ低い値を示しており、走行後に実測した残存容量の結果 (図示せず) に近い値を示す。

【0054】

以上のように、この実施の形態においては、ニッケル水素電池 10 の状態 (OCV, 温度 $T B$) とニッケル水素電池 10 における自己放電電流 $I s$ との関係を示すデータが予め準備されて ECU 100 のメモリ 102 に記憶される。そして、そのデータを参照して、ニッケル水素電池 10 の状態から自己放電電流 $I s$ が推定され、その推定値を電流センサ 22 の検出値 $I B a$ から差引くことによって得られる値を積算した積算値を用いて SOC 値が算出される。これにより、自己放電の影響が排除された真の電池電流に基づいて SOC 値が算出される。したがって、この実施の形態に従う電池システム 2 によれば、ニッケル水素電池 10 の副反応 (自己放電反応) による影響を考慮して SOC 値の推定精度を向上させることができる。

30

【0055】

なお、上述のように、自己放電は、放電時・充電時・無負荷時に拘わらず生じており、すなわち、車両 1 の放置期間 (不使用期間) 中にも、自己放電は生じている。そこで、車両 1 のシステムがオフ (以下「IG-OFF」とも称する。) されてから、次回にシステムがオン (以下「IG-ON」とも称する。) されるまでの自己放電電流 $I s$ を推定し、その推定結果に基づいて、放置期間中の SOC 値の変化 (低下量) を推定することができる。これにより、IG-ON 時の SOC 値 (初期値) を精度よく推定することができる。

40

【0056】

たとえば、放置期間中においても、監視ユニット 20 (図 1) によってニッケル水素電池 10 の電圧 $V B$ 及び温度 $T B$ を検知可能であれば、走行中と同様に、上述の方法により SOC 値を高精度に推定することができる。

【0057】

放置期間中に監視ユニット 20 によってニッケル水素電池 10 の電圧 $V B$ 及び温度 $T B$ を取得できない場合には、たとえば、放置期間中のニッケル水素電池 10 の電圧及び温度の時間変化を線形或いは指数の関数等として仮定し、IG-ON 時に、放置期間中の電圧及び温度の推定値に基づいて放置期間中の自己放電電流 $I s$ を推定してもよい。すなわち

50

、 I G - O F F 時の時刻並びにニッケル水素電池 1 0 の電圧及び温度をメモリ 1 0 2 に記憶し、 I G - O N 時に、放置期間中の電圧及び温度を時々刻々と推定するとともに、その推定結果及び図 7 に示したマップを用いて放置期間中の自己放電電流 I_s を時々刻々と推定してもよい。そして、その推定した自己放電電流 I_s を放置期間について積算することにより、放置期間中の S O C 変化量を推定してもよい。

【 0 0 5 8 】

なお、上記の実施の形態では、電流積算方式による S O C 値（第 1 暫定 S O C a ）、及び電圧方式による S O C 値（第 2 暫定 S O C b ）を適宜重み付けすることによって制御用 S O C 値を算出するものとしたが、電流積算方式による S O C 値（第 1 暫定 S O C a ）をそのまま制御用 S O C 値として用いてもよい。

10

【 0 0 5 9 】

今回開示された実施の形態は、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。本発明の範囲は、上記した実施の形態の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及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。

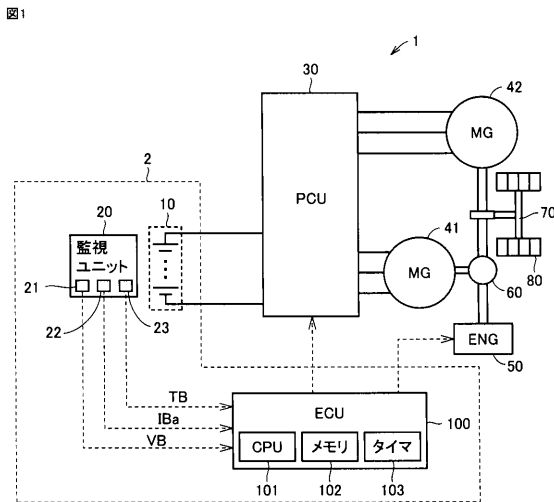
【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

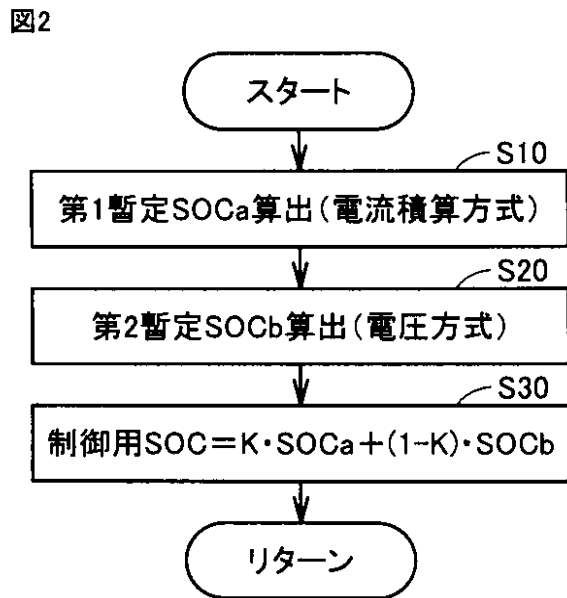
1 車両、 2 電池システム、 1 0 ニッケル水素電池、 2 0 監視ユニット、 2 1 電圧センサ、 2 2 電流センサ、 2 3 温度センサ、 3 0 P C U 、 4 1 , 4 2 M G 、 5 0 エンジン、 6 0 動力分割装置、 7 0 駆動軸、 8 0 駆動輪、 1 0 0 E C U 、 1 0 1 C P U 、 1 0 2 メモリ、 1 0 3 タイマ。

20

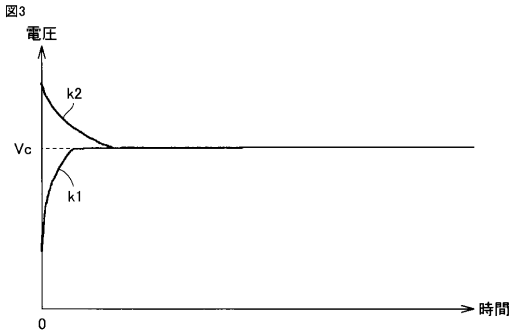
【 図 1 】



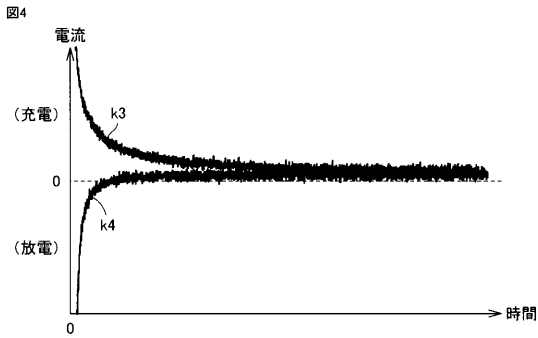
【 図 2 】



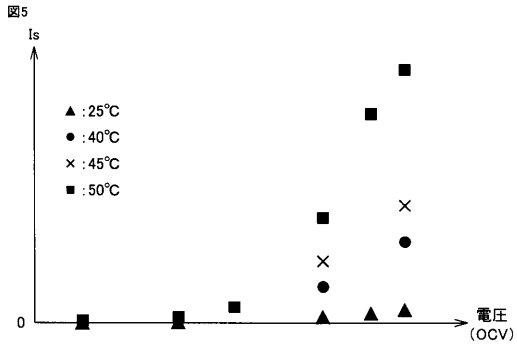
【図3】



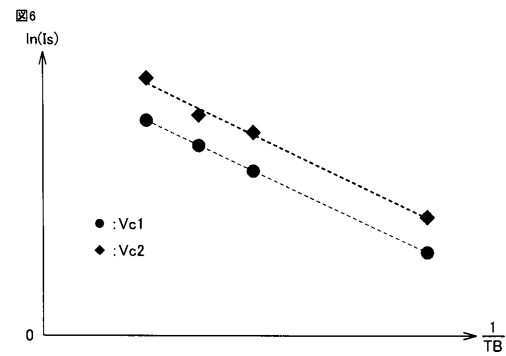
【図4】



【図5】



【図6】

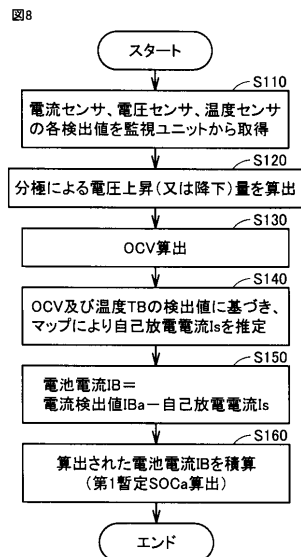


【図7】

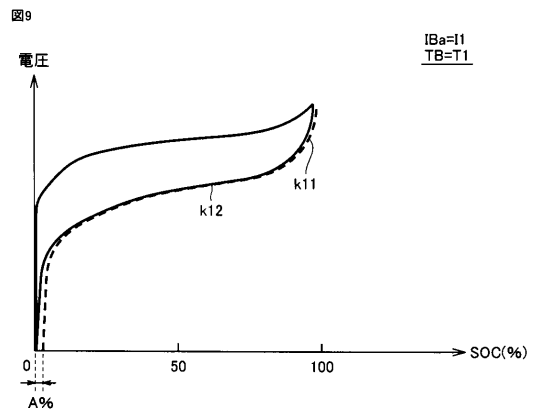
Figure 7 is a table with the following structure:

	TB		
	T1	T2	---
V1	I11	I12	---
V2	I21	I22	---
OCV	⋮	⋮	⋮

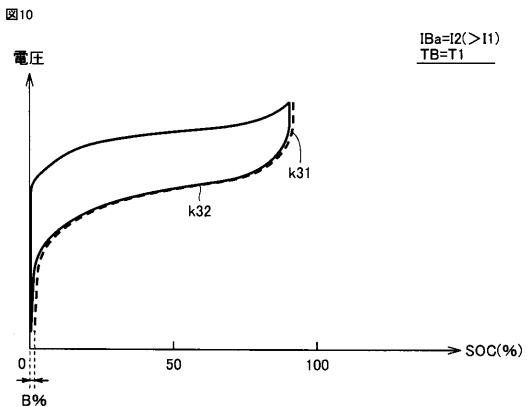
【図8】



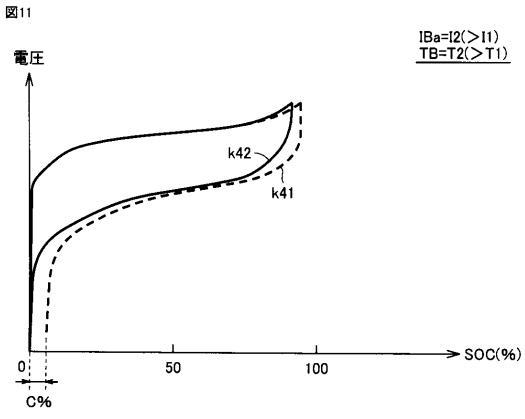
【図9】



【図10】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

