

(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2016-105672
(P2016-105672A)

(43) 公開日 平成28年6月9日(2016.6.9)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	S	5G053		
HO2J	7/10	(2006.01)	HO2J	7/00	P	5G503		
HO2H	7/18	(2006.01)	HO2J	7/10	L	5H030		
HO1M	10/48	(2006.01)	HO2H	7/18		5H125		
HO1M	10/44	(2006.01)	HO1M	10/48	301			

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-243112 (P2014-243112)
(22) 出願日 平成26年12月1日 (2014.12.1)

(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 石下 晃生
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) 5G053 BA06 CA01 EC01
5G503 AA01 AA07 BA01 BB01 CB11
CB13 EA08 FA06 FA18 GD03
5H030 AA06 AS06 AS08 BB09 FF22
FF42 FF43 FF44
5H125 AA01 AC08 AC12 AC24 BC00
DD05 EE24 EE25 EE27 EE29
EE47 EE48

(54) 【発明の名称】 蓄電システムおよびその制御方法

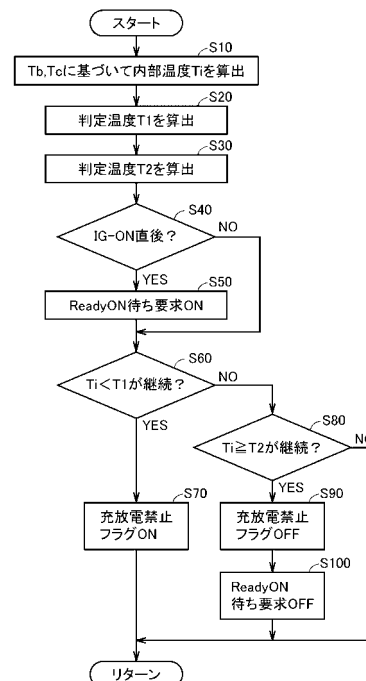
(57) 【要約】

【課題】蓄電システムにおいて、バッテリーを保護しつつ、バッテリーを使用可能な温度領域を広げる。

【解決手段】蓄電システム2は、電解液を含むバッテリー150と、バッテリー150の内部温度 T_i に基づいて、バッテリー150の充放電の許可および禁止を制御するECU300とを備える。ECU300は、電解液の凝固点 T_f 以上の判定温度 T_1 と、判定温度 T_1 よりも高い判定温度 T_2 とを設定する。ECU300は、電解液が液体の状態において内部温度 T_i が判定温度 T_1 を下回る場合、バッテリー150の充放電を禁止するとともに、電解液の少なくとも一部が凝固した状態から電解液が液体となり、バッテリー150の温度が上昇して判定温度 T_2 を上回ると、バッテリー150の充放電の禁止を解除する。

【選択図】図8

図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解液を含むバッテリーと、
前記バッテリーの温度に基づいて、前記バッテリーの充放電の許可および禁止を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、

前記電解液の凝固点以上の第 1 の判定温度と、

前記第 1 の判定温度よりも高い第 2 の判定温度とを設定し、

前記電解液が液体の状態において前記バッテリーの温度が前記第 1 の判定温度を下回る場合、前記バッテリーの充放電を禁止するとともに、前記電解液の少なくとも一部が凝固した状態から前記電解液が液体の状態となり、前記バッテリーの温度が前記第 2 の判定温度を上回ると、前記バッテリーの充放電の禁止を解除する、蓄電システム。

10

【請求項 2】

前記第 1 の判定温度は、前記電解液の凝固点と前記バッテリーの劣化度との関係に基づいて設定される、請求項 1 に記載の蓄電システム。

【請求項 3】

前記劣化度は、前記バッテリーの内部抵抗の増加率または前記バッテリーの容量維持率を用いて算出される、請求項 2 に記載の蓄電システム。

【請求項 4】

前記第 1 の判定温度は、前記電解液の凝固点以上であり、かつ、前記電解液の融点よりも低く設定される、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の蓄電システム。

20

【請求項 5】

前記第 2 の判定温度は、前記電解液の融点よりも所定の温度だけ高く設定される、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の蓄電システム。

【請求項 6】

前記バッテリーの環境温度を測定するための環境温度センサと、

前記バッテリーの表面温度を測定するための表面温度センサとをさらに備え、

前記制御装置は、前記環境温度および前記表面温度から前記バッテリーの内部温度を算出し、前記内部温度に基づいて、前記バッテリーの充放電の許可および禁止を制御する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の蓄電システム。

30

【請求項 7】

前記蓄電システムは、電動車両に搭載され、

前記電動車両は、前記電動車両の走行システムを始動および停止するための操作部を備え、

前記制御装置は、

前記操作部の操作により前記走行システムが始動してから停止するまでの起動期間中に前記バッテリーの温度が前記第 1 の判定温度を下回る場合、前記バッテリーの充放電を禁止し、

前記起動期間中に前記バッテリーの温度が前記第 2 の判定温度を上回っても、前記バッテリーの充放電の禁止を解除せず、前記起動期間の次回以降の起動期間において前記バッテリーの温度が前記第 2 の判定温度を上回ると、前記バッテリーの充放電の禁止を解除する、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の蓄電システム。

40

【請求項 8】

蓄電システムの制御方法であって、

バッテリーの電解液の凝固点以上の高い第 1 の判定温度を設定するステップと、

前記第 1 の判定温度よりも高い第 2 の判定温度を設定するステップと、

前記電解液が液体の状態から前記バッテリーの温度が前記第 1 の判定温度を下回る場合、前記バッテリーの充放電を禁止するステップと、

前記電解液の少なくとも一部が凝固した状態から前記電解液が液体となり、前記バッテリーの温度が前記第 2 の判定温度を上回ると、前記バッテリーの充放電の禁止を解除するステ

50

ップとを含む、蓄電システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電システムおよびその制御方法に関し、より特定的には、極低温環境下における蓄電システムおよびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

低温環境下（たとえば - 15 ~ - 10 の環境下）において大電力にてバッテリーの充放電を行なうと、バッテリーの劣化が促進され、バッテリー寿命が短くなったり、バッテリー性能を十分に発揮することができなくなったりすることが知られている。そのため、バッテリーの温度に応じて充放電を禁止する構成が提案されている。たとえば特開 2010 - 252427 号公報（特許文献 1）は、温度検出手段により検出された二次電池の温度が所定温度未満のときには、二次電池の充電を行なわない構成を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 252427 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 5663 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

極低温環境下（たとえば - 35 ~ - 30 の環境下）ではバッテリーの電解液が凝固（凍結）し得る。一般的に、環境温度の低下に伴ってバッテリーの電解液が局所的に凝固し始め、その後徐々に凝固が進み、最終的に電解液全体が凝固した状態へと至る。このような場合には、バッテリーを保護するために、局所的に電解液が凝固した状態であっても充放電を禁止することが望ましい。そして、バッテリーの温度上昇により電解液全体が融解し液体に戻ると、充放電の禁止を解除することが望ましい。そのため、充放電の禁止および禁止の解除を判定するための判定温度を設定することが考えられる。

【0005】

判定温度を低く設定すれば、バッテリーの充放電が禁止されにくくなるので、より広い温度領域においてバッテリーが使用可能となる。したがって、ユーザの利便性を向上させることができる。その一方で、判定温度を低く設定し過ぎると、バッテリーを十分に保護することができなくなる可能性がある。このように、判定温度の設定に際しては、ユーザの利便性向上とバッテリー保護とを両立することが求められる。

【0006】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、蓄電システムにおいて、バッテリーを保護しつつ、バッテリーを使用可能な温度領域を広げるための技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある局面に従う蓄電システムは、電解液を含むバッテリーと、バッテリーの温度に基づいて、バッテリーの充放電の許可および禁止を制御する制御装置とを備える。制御装置は、電解液の凝固点以上の第 1 の判定温度と、第 1 の判定温度よりも高い第 2 の判定温度とを設定する。制御装置は、電解液が液体の状態においてバッテリーの温度が第 1 の判定温度を下回る場合、バッテリーの充放電を禁止するとともに、電解液の少なくとも一部が凝固した状態から電解液が液体となり、バッテリーの温度が第 2 の判定温度を上回ると、バッテリーの充放電の禁止を解除する。

【0008】

本発明の他の局面に従う蓄電システムの制御方法は、バッテリーの電解液の凝固点以上の

10

20

30

40

50

第1の判定温度を設定するステップと、第1の判定温度よりも高い第2の判定温度を設定するステップと、電解液が液体の状態においてバッテリーの温度が第1の判定温度を下回る場合、バッテリーの充放電を禁止するステップと、電解液の少なくとも一部が凝固した状態から電解液が液体となり、バッテリーの温度が第2の判定温度を上回ると、バッテリーの充放電の禁止を解除するステップとを含む。

【0009】

バッテリーの電解液の性質上、電解液の凝固点と融点との間にはヒステリシスが存在し、凝固点の方が融点よりも低い。上記構成および方法によれば、バッテリーの温度低下時にバッテリーの充放電を禁止するための第1の判定温度と、バッテリーの温度上昇時に充放電の禁止を解除するための第2の判定温度とが別々に設定される。そのため、充放電の禁止および禁止の解除を同一の判定温度を用いて行なう場合と比べて、第2の判定温度よりも低い第1の判定温度によって、より広い温度領域において充放電を禁止せずにバッテリーを使用することができる。さらに、第1の判定温度よりも高い第2の判定温度によって、電解液の融解に応じてバッテリーの充放電の禁止が解除されるため、バッテリーを適切に保護することができる。

10

【0010】

好ましくは、第1の判定温度は、電解液の凝固点とバッテリーの劣化度との関係に基づいて設定される。より好ましくは、劣化度は、バッテリーの内部抵抗の増加率またはバッテリーの容量維持率を用いて算出される。

【0011】

電解液の凝固点とバッテリーの劣化度との間には、バッテリーの劣化が進むに従って電解液の凝固点が高くなるという関係が成立する。上記構成によれば、この関係に基づいて第1の判定温度を設定することにより、電解液の状態に応じた適切な温度においてバッテリーの充放電を禁止することができる。

20

【0012】

好ましくは、第2の判定温度は、電解液の融点よりも所定の温度だけ高く設定される。上記構成によれば、電解液が完全に融解した後に充放電の禁止が解除される。したがって、より確実にバッテリーを保護することができる。

【0013】

好ましくは、蓄電システムは、バッテリーの環境温度を測定するための環境温度センサと、バッテリーの表面温度を測定するための表面温度センサとをさらに備える。制御装置は、環境温度および表面温度からバッテリーの内部温度を算出し、内部温度に基づいて、バッテリーの充放電の許可および禁止を制御する。

30

【0014】

バッテリーの環境温度と表面温度とが異なる場合、バッテリーと環境との間で熱移動が生じる。そのため、バッテリーの表面温度の変化と内部温度の変化との間には、時間的なずれが生じ得る。一例として、環境温度が低下しても、それによって表面温度が低下し、さらに内部温度が低下するまでにはある程度の時間を要する。あるいは、たとえばヒータによりバッテリー表面を温めても、それによって内部温度が上昇するまでにはある程度の時間を要する。上記構成によれば、環境温度および表面温度から熱移動を考慮して内部温度が算出されるので、電解液の状態に応じた適切な温度においてバッテリーの充放電を禁止することができる。

40

【0015】

好ましくは、蓄電システムは、電動車両に搭載される。電動車両は、電動車両の走行システムを始動および停止するための操作部を備える。制御装置は、操作部の操作により走行システムが始動してから停止するまでの起動期間中のバッテリーの温度が第1の判定温度を下回る場合、バッテリーの充放電を禁止する。制御装置は、上記起動期間中にバッテリーの温度が第2の判定温度を上回っても、バッテリーの充放電の禁止を解除せず、上記起動期間の次回以降の起動期間においてバッテリーの温度が第2の判定温度を上回ると、バッテリーの充放電の禁止を解除する。

50

【0016】

ユーザが操作部（たとえばイグニッションスイッチ）のオン操作を行なうと、電動車両の走行システムが始動される。このシステム起動期間中にバッテリーの温度が第1の判定温度を下回った場合、バッテリーの充放電が禁止されるため、電動車両はReady OFF状態（走行不能状態）となる。さらに、同一起動期間中にバッテリーの温度が第2の判定温度を上回った場合、充放電の禁止を解除して、電動車両をReady ON状態（走行可能状態）へと遷移させることも考えられる。しかし、そうすると、ユーザが操作部の操作を行っていないにもかかわらず電動車両がReady OFF状態からReady ON状態へと遷移してしまい、ユーザに違和感を与えてしまう可能性がある。上記構成によれば、ユーザ操作により別のシステム起動期間が開始されることによって充放電の禁止が解除可能となるため、ユーザに違和感を与えることを防止できる。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、蓄電システムにおいて、バッテリーを保護しつつ、バッテリーを使用可能な温度領域を広げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施の形態1に係る蓄電システムを搭載した電動車両の全体構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】図1に示すバッテリーの構成を概略的に示す斜視図である。

20

【図3】図2に示す電池セルの構成をより詳細に説明するための図である。

【図4】判定温度T1および判定温度T2について説明するための概念図である。

【図5】電池セルの劣化度の算出手法の例を示す図である。

【図6】判定温度T1の算出手法を説明するための図である。

【図7】実施の形態1に係る蓄電システムを搭載した電動車両における充放電制御を説明するためのタイムチャートである。

【図8】実施の形態1に係る蓄電システムを搭載した電動車両における充放電制御を説明するためのフローチャートである。

【図9】実施の形態2に係る蓄電システムを搭載した電動車両における充放電制御を説明するためのタイムチャートである。

30

【図10】実施の形態2に係る蓄電システムを搭載した電動車両における充放電制御を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

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、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0020】

本実施の形態において、車両外部から充電（外部充電）が可能に構成されたプラグインハイブリッド車に本発明に係る蓄電システムが搭載される構成について説明する。しかし、本発明に係る蓄電システムを搭載可能な電動車両は、これに限定されるものではなく、通常のハイブリッド車、電気自動車、または燃料自動車であってもよい。また、本発明に係る蓄電システムの用途は車両用に限定されるものではない。

40

【0021】

本発明およびその実施の形態において、「充放電」とは、充電および放電の少なくとも一方を意味する。本実施の形態では、充電および放電の両方が可能に構成された二次電池をバッテリーとして含む蓄電システムの例について説明するが、バッテリーは一次電池であってもよい。

【0022】

[実施の形態1]

<蓄電システムの構成>

50

図 1 は、実施の形態 1 に係る蓄電システムを搭載した電動車両の全体構成を概略的に示すブロック図である。図 1 を参照して、車両 1 は、蓄電システム 2 と、システムメインリレー (S M R : System Main Relay) 1 6 0 と、パワーコントロールユニット (P C U : Power Control Unit) 2 0 0 と、エンジン 1 0 0 と、第 1 モータジェネレータ (M G : Motor Generator) 1 0 と、動力分割機構 3 0 と、第 2 M G 2 0 と、駆動輪 3 5 0 とを備える。蓄電システム 2 は、バッテリー 1 5 0 と、電子制御装置 (E C U : Electronic Control Unit) 3 0 0 とを含む。

【 0 0 2 3 】

車両 1 は、エンジン 1 0 0 および第 2 M G 2 0 の少なくとも一方から出力される駆動力によって走行可能である。エンジン 1 0 0 は、たとえばガソリンエンジンまたはディーゼルエンジン等の内燃機関を含んで構成される。エンジン 1 0 0 は、第 1 M G 1 0 のクランクキングにより始動されると、動力分割機構 3 0 を介して駆動輪 3 5 0 および第 1 M G 1 0 のうちの少なくともいずれかに動力を供給する。

10

【 0 0 2 4 】

第 1 M G 1 0 および第 2 M G 2 0 の各々は交流回転電機であり、たとえば三相交流永久磁石型同期モータである。第 1 M G 1 0 は、動力分割機構 3 0 を介して受けるエンジン 1 0 0 の動力を用いて発電し得る。たとえばバッテリー 1 5 0 の S O C (State Of Charge) が所定の下限值に達すると、エンジン 1 0 0 が始動されて第 1 M G 1 0 により発電が行なわれる。第 1 M G 1 0 によって発電された電力は、P C U 2 0 0 により電圧変換され、バッテリー 1 5 0 に蓄えられたり、第 2 M G 2 0 に直接供給されたりする。

20

【 0 0 2 5 】

第 2 M G 2 0 は、バッテリー 1 5 0 に蓄えられた電力、および第 1 M G 1 0 によって発電された電力の少なくとも一方を用いて駆動力を発生する。第 2 M G 2 0 の駆動力は、プロペラシャフトを介して駆動輪 3 5 0 に与えられる。

【 0 0 2 6 】

動力分割機構 3 0 は、たとえば遊星歯車機構であり、エンジン 1 0 0 が発生する駆動力を、駆動輪 3 5 0 を駆動するための動力と、第 1 M G 1 0 を駆動するための動力とに分割可能に構成される。

【 0 0 2 7 】

P C U 2 0 0 は、E C U 3 0 0 からの制御信号に基づいて、第 1 M G 1 0 および第 2 M G 2 0 を駆動するための駆動装置である。P C U 2 0 0 は、バッテリー 1 5 0 と第 1 M G 1 0 との間で電圧を変換するためのインバータ 2 1 0 と、バッテリー 1 5 0 と第 2 M G 2 0 との間で電圧を変換するためのインバータ 2 2 0 と、バッテリー 1 5 0 およびインバータ 2 1 0 , 2 2 0 の間で直流電圧を昇圧または降圧するためのコンバータ 2 3 0 とを含む。

30

【 0 0 2 8 】

S M R 1 6 0 は、P C U 2 0 0 とバッテリー 1 5 0 との間に電氣的に接続される。S M R 1 6 0 は、E C U 3 0 0 からの制御信号に基づいて、P C U 2 0 0 とバッテリー 1 5 0 との間の電力の供給と遮断とを切り替える。なお、エンジン 1 0 0 、第 1 M G 1 0 、第 2 M G 2 0 、P C U 2 0 0 、S M R 1 6 0 等は、本発明に係る車両 1 の「走行システム」に対応する。

40

【 0 0 2 9 】

バッテリー 1 5 0 は、再充電可能な直流電源であり、たとえばリチウムイオン電池もしくはニッケル水素電池等の二次電池、または電気二重層キャパシタ等のキャパシタを含んで構成される。本実施の形態では、電池パック 1 5 2 として、リチウムイオン二次電池の電池パックが採用される例について説明する。

【 0 0 3 0 】

バッテリー 1 5 0 は、電圧センサ 1 5 5 と、電流センサ 1 5 6 と、表面温度センサ 1 5 7 と、環境温度センサ 1 5 8 をさらに含む。電圧センサ 1 5 5 は、バッテリー 1 5 0 の電圧 V b を検出する。電流センサ 1 5 6 は、バッテリー 1 5 0 に入出力される電流 I b を検出する。表面温度センサ 1 5 7 は、バッテリー 1 5 0 の表面温度 T b を検出する。環境温度センサ

50

158は、バッテリー150の環境温度 T_c を検出する。各センサは、その検出値をECU300に出力する。ECU300は、各センサからの検出値に基づいて、バッテリー150のSOCを算出するとともにバッテリー150の充放電を制御する。

【0031】

車両1は、バッテリー150の外部充電のための構成として、充電リレー（CHR：Charge Relay）170と、電力変換装置180と、充電コネクタ190とをさらに備える。

【0032】

外部充電時には、CHR170が閉成されるとともに、充電コネクタ190に充電プラグ510を介して外部電源500が電氣的に接続される。外部電源500は、一般に商用交流電源により構成される。電力変換装置180は、CHR170と充電コネクタ190との間に電氣的に接続され、外部電源500からの交流電圧をバッテリー150を充電するための直流電圧に変換する。この直流電圧は、充電リレー170およびSMR160を介してバッテリー150に供給される。なお、車両1は、バッテリー150の電力を車両外部に供給する外部給電ができるように構成されていてもよい。この場合、車両1の充電コネクタ190には、外部電源500に代えて、図示しない電気負荷（たとえば電気機器、電気設備、または他の電動車両）が電氣的に接続される。

【0033】

ECU300は、CPU（Central Processing Unit）302と、揮発性および/または不揮発性のメモリ304と、入出力バッファ（図示せず）等を含んで構成される。ECU300は、各種センサからの入力信号に基づいて制御信号を出力して各機器を制御する。より具体的には、ECU300には、バッテリー150の電圧センサ155と、電流センサ156と、表面温度センサ157とに加えて、たとえばイグニッションスイッチ310が接続されている。

【0034】

イグニッションスイッチ（操作部）310は、ユーザ操作によってオン/オフが切り替えられる。イグニッションスイッチ310がオン操作されると、IG-ON信号がイグニッションスイッチ310からECU300に出力される。詳細は図7にて後述するが、ECU300はIG-ON信号を受けると、Ready ON待ち要求のオン/オフを判定する。Ready ON待ち要求がオンの場合、IG-ON信号を受けたとしても車両1はReady OFF状態に維持される。Ready ON待ち要求がオフになると、SMR160が開放状態から閉成状態に切り替えられる。これにより、車両1はReady OFF状態からReady ON状態へと遷移する。

【0035】

一方、イグニッションスイッチ310がオフ操作されると、IG-OFF信号がイグニッションスイッチ310からECU300に出力される。IG-OFF信号を受けると、ECU300は、エンジン100を停止させるとともに、SMR160を閉成状態から開放状態に切り替える。これにより、車両1はReady ON状態からReady OFF状態へと遷移する。ただし、イグニッションオフの状態であっても外部充電のために充電プラグ510が充電コネクタ190に装着された場合には、SMR160およびCHR170は閉成される。したがって、外部電源500からの交流電力を電力変換装置180によって直流電力に変換してバッテリー150に供給することができる。

【0036】

図2は、図1に示すバッテリー150の構成を概略的に示す斜視図である。図2を参照して、本実施の形態では、たとえば30個の電池セル101～130が配列された電池パック152の構成について説明する。車載用のバッテリーでは、数十個～100個程度の電池セルを含む電池パックが採用されることが多いが、電池セルの数は特に限定されるものではない。各電池セル101～130の構成は同等であるため、以下、電池セル101の構成について代表的に説明する。

【0037】

図3は、図2に示す電池セル101の構成をより詳細に説明するための図である。図3

10

20

30

40

50

において電池セル101は、その内部を透視して示されている。図3を参照して、電池セル101は、略直方体形状の電池ケース161を有する。電池ケース161の上面(z軸方向上方の面)は蓋体162によって封じられている。蓋体162には、外部接続用の正極端子163および負極端子164が設けられている。正極端子163および負極端子164の各々の一方端は、蓋体162から外部に突出している。正極端子163および負極端子164の他方端は、電池ケース161内部において、内部正極端子および内部負極端子(いずれも図示せず)にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0038】

電池ケース161の内部には電極体165が收容されている。電極体165は、セパレータ168を介して積層された正極シート166と負極シート167とが筒状に捲回された捲回体形状を有する。セパレータ168は、正極シート166に設けられた正極活物質層(図示せず)と、負極シート167に設けられた負極活物質層(図示せず)との双方に接するように設けられている。セパレータ168には空孔が形成されており、この空孔内に電解液が含浸される。

10

【0039】

電解液としては、たとえばジメチルカーボネート(DMC:dymethyl carbonate)と、エチルメチルカーボネート(EMC:ethyl methyl carbonate)と、エチレンカーボネート(EC:ethylene carbonate)との混合溶媒が用いられる。この有機溶媒には6フッ化リン(LiPF₆)などのリチウム塩が電解質として溶解している。電池ケース161の底部(z軸方向下方部分)には余剰電解液169が貯留されている。

20

【0040】

ECU300は、表面温度センサ157により検出された電池セル101の表面温度T_bと、環境温度センサ158により検出された電池セル101の環境温度T_cとに基づいて、電池セル101の内部温度T_iを算出する。この算出手法の詳細については後述する。

【0041】

<電解液の凝固および融解>

以上のように構成された蓄電システム2において、極低温環境下ではバッテリー150内の各電池セルの電解液が凝固し得る。一般的に、環境温度の低下に伴って電解液が局所的に凝固し始め、その後徐々に凝固が進み、最終的に電解液全体が凝固した状態へと至る。局所的に電解液が凝固した場合、バッテリー150は充放電が可能な状態であるものの、充放電電流は電解液のうち凝固していない部分に集中することになる。そのため、電解液が凝固していない部分の電流密度が許容値よりも高くなり、バッテリー150を適切に保護することができなくなる可能性がある。したがって、たとえ局所的であっても電解液が凝固するのに先立って充放電を禁止するとともに、電解液全体が融解した後に充放電の禁止を解除するように、バッテリーの充放電の禁止および禁止の解除を行なうための判定値を設定することが望ましい。

30

【0042】

本発明者は、バッテリー150に用いられる電解液の性質上、凝固点(凝固開始温度)と融点(融解開始温度)との間にヒステリシスが存在し、凝固点の方が融点よりも低い点に着目した。つまり、電解液の温度低下時には、電解液の温度が融点よりも低い凝固点に至るまで電解液は凝固しにくい。反対に、電解液の温度上昇時には、電解液の温度が凝固点よりも高い融点に至るまで電解液は融解しにくい。

40

【0043】

そこで、本実施の形態によれば、バッテリー150の充放電の禁止を判定するための判定温度T₁(第1の判定温度)と、充放電禁止の解除を判定するための判定温度T₂(第2の判定温度)とを別々に設ける構成を採用する。

【0044】

図4は、判定温度T₁および判定温度T₂について説明するための概念図である。図4(A)は、本実施の形態における判定温度T₁、T₂の設定手法を示し、図4(B)は比

50

較例における判定温度の設定手法を示す。ここでは、電池セル101の内部温度 T_i （電解液の温度に等しいと近似可能）が低下し電解液が凝固した後、内部温度 T_i が上昇し電解液が融解する状況を想定して説明する。

【0045】

図4(A)を参照して、内部温度 T_i の低下時において、内部温度 T_i が凝固点 T_f よりも高い場合、電解液は液体である。内部温度 T_i が凝固点 T_f に到達すると、局所的に電解液が凝固し始める。その後、徐々に凝固が進み、最終的に電解液全体が凝固した状態へと至る。あるいは、電解液全体が凝固する前に温度上昇が始まる場合もあり得る。

【0046】

本実施の形態においては、判定温度 T_1 は、電解液の凝固が始まる温度（凝固点 T_f ）以上に設定される。温度低下時には、電解液が液体状態において内部温度 T_i が判定温度 T_1 よりも高い場合、バッテリー150の充放電が許可される。その一方で、内部温度 T_i が判定温度 T_1 以下になると、バッテリー150の充放電が禁止される。

10

【0047】

一方、内部温度 T_i の上昇時において、電解液の性質上、融点 T_m は凝固点 T_f よりも高い。内部温度 T_i が融点 T_m に到達すると、電解液の融解が始まる。内部温度 T_i が融点 T_m に等しい状態が継続する間に電解液の融解が進み、電解液は完全に融解する。

【0048】

判定温度 T_2 は、判定温度 T_1 よりも高く設定される。温度上昇時には、電解液の一部または全部が凝固した状態から電解液全体が液体となり、内部温度 T_i が判定温度 T_2 以下の場合、バッテリー150の充放電が禁止された状態が継続される。その一方で、内部温度 T_i が判定温度 T_2 よりも高くなると、バッテリー150の充放電の禁止が解除される（充放電が許可される）。

20

【0049】

<判定温度 T_1 >

次に図4(B)を参照して、判定温度 T_1 の設定手法について詳細に説明する。図4(B)に示す比較例のように、内部温度 T_i の低下時および上昇時に共通して判定温度 T_0 を設定することも考えられる。一例として、判定温度 T_0 を融点 T_m よりも高く設定すると、電解液の凝固が始まる前に充放電が禁止されるため、バッテリーを保護することが可能である。しかしながら、温度低下時に内部温度が判定温度 T_0 から凝固点 T_f まで低下する間、電解液は凝固していないにもかかわらず、バッテリーの充放電が禁止されることになる。つまり、バッテリーの充放電が禁止される温度領域が過度に広がるため、ユーザの利便性が損なわれてしまう可能性がある。

30

【0050】

これに対し、本実施の形態では、図4(A)に示すように、判定温度 T_1 は、電解液の凝固点 T_f 以上であり、かつ、電解液の融点 T_m よりも低く設定される。こうすることにより、内部温度 T_i が融点 T_m から判定温度 T_1 まで低下する間もバッテリー150の充放電が許可されるため、比較例と比べて、バッテリーの充放電が可能な温度領域が広がる。したがって、ユーザの利便性を向上させることができる。

【0051】

ここで、判定温度 T_1 は固定値としてもよいが、バッテリー150の劣化の進行具合（劣化度）に応じて変更することが好ましい。

40

【0052】

図5は、電池セル101の劣化度の算出手法の例を示す図である。電池セル101の劣化度としては、たとえば図5(A)に示すように、内部抵抗の増加率（電池セルの初期状態（たとえば製造時の状態）での内部抵抗を基準とした現時点での内部抵抗の比率）を用いることができる。電池セル101の内部抵抗の増加率が大きいほど、劣化度は大きく算出される。あるいは、図5(B)に示すように、容量維持率（電池セルの初期状態での容量を基準とした現時点での容量の比率）を用いてもよい。電池セル101の容量維持率が小さいほど、劣化度は大きく算出される。

50

【 0 0 5 3 】

図 6 は、判定温度 T_1 の算出手法をより詳細に説明するための図である。図 6 (A) および図 6 (B) の横軸は、いずれも電池セル 1 0 1 のリチウム塩濃度 (単位 : mol/L) を表す。図 6 (A) の縦軸は、電池セル 1 0 1 の劣化度を表す。図 6 (B) の縦軸は、電池セル 1 0 1 の電解液の凝固点 T_f を表す。

【 0 0 5 4 】

図 6 (A) を参照して、一般に、電池セルの劣化が進行するに従って電解液中のリチウム塩濃度は低くなる。より具体的には、電池セルの劣化が進行すると、電池セルの内部抵抗が増加したり、電池セルの容量が低下したりする。そして、内部抵抗の増加あるいは容量の低下に伴って、電解液中のリチウム塩濃度は低くなる。ECU 3 0 0 のメモリ 3 0 4 には、図 6 (A) に示すような電池セル 1 0 1 の劣化度と電解液中のリチウム塩濃度との相関関係が、たとえばマップ M 1 (図示せず) として記憶されている。

10

【 0 0 5 5 】

次に図 6 (B) を参照して、リチウム塩濃度が高くなるに従って、凝固点降下の現象に起因して、電解液の凝固点 T_f は低くなる。ECU 3 0 0 のメモリ 3 0 4 には、図 6 (B) に示すような電解液の凝固点 T_f とリチウム塩濃度との相関関係も、たとえばマップ M 2 (図示せず) として記憶されている。

【 0 0 5 6 】

ECU 3 0 0 は、マップ M 1 を参照することにより、電池セル 1 0 1 の劣化度 Z_a から、その劣化度 Z_a に対応するリチウム塩濃度 C_a を算出する。さらに、ECU 3 0 0 は、マップ M 2 を参照することにより、リチウム塩濃度 C_a から、そのリチウム塩濃度 C_a に対応する凝固点 T_{fa} を算出する。このようにして、ECU 3 0 0 は、電池セル 1 0 1 の劣化度に基づいて電解液の凝固点 T_f を算出することができる。

20

【 0 0 5 7 】

上述のように、判定温度 T_1 は凝固点 T_f 以上に設定される。バッテリー 1 5 0 の劣化が進行し劣化度が Z_a から Z_b に増加すると、凝固点 T_f は T_{fa} から T_{fb} に上昇する。この場合、凝固点 T_f の上昇に伴って、判定温度 T_1 も T_{fa} 以上の値から T_{fb} 以上の値へと変更することが好ましい。このように、電解液の凝固点 T_f とバッテリー 1 5 0 の劣化度との関係に基づいて判定温度 T_1 を設定することにより、電解液の状態に応じた適切な温度においてバッテリー 1 5 0 の充放電を禁止することができる。

30

【 0 0 5 8 】

なお、ECU 3 0 0 は、マップ M 1 , M 2 に代えて、電解液の凝固点 T_f と電池セル 1 0 1 の劣化度との相関関係を直接的に示す別のマップを有してもよい。また、凝固点 T_f の算出手法はマップを用いるものに限られず、たとえば所定の関数を用いて算出してもよい。

【 0 0 5 9 】

< 判定温度 T_2 >

次に図 4 に戻り、判定温度 T_2 の設定手法について説明する。内部温度 T_i の上昇時に内部温度 T_i が融点 T_m に到達しても電解液が完全に融解するまでには、ある程度の時間を要する。より具体的に説明すると、一旦凝固した電解液が融解している間の電解液の温度は融点 T_m にて一定であり、電解液の融解がほぼ完了すると、電解液の温度は融点 T_m から上昇を始める。そのため、電解液が完全に融解するように、判定温度 T_2 は、融点 T_m よりもさらに所定の温度 T だけ高く設定することが好ましい。 T の大きさは、内部温度 T_i の算出誤差を考慮して、シミュレーション結果または実験結果に基づいて適宜定めることができる。このように判定温度 T_2 を設定することにより、電解液が完全に融解した状態でバッテリー 1 5 0 の充放電が行なわれることが確保されるため、より確実にバッテリー 1 5 0 を保護することができる。

40

【 0 0 6 0 】

< 内部温度の算出 >

上記説明では、電池セル 1 0 1 の内部温度 T_i が電解液の温度として用いられる。電解

50

液の温度を高精度に検出するには、電池セル 101 の内部に温度センサを設けることが好ましいが、そのような構成を実現することは難しい。したがって、内部温度 T_i は、表面温度センサ 157 により検出された電池セル 101 の表面温度 T_b と、環境温度センサ 158 により検出された電池セル 101 の環境温度 T_c とに基づいて、バッテリー 150 と環境との間の熱移動を考慮して算出される。以下、この算出手法の一例について詳細に説明する。

【0061】

図 3 を再び参照して、電池ケース 161 の表面積を S (単位: m^2) と表し、電池ケース 161 から外気への対流熱伝導率を h (単位: $W / (m^2 \cdot K)$) と表すと、対流による電池ケース 161 からの熱放射量 Q_t (単位: W) は下記式 (1) のように表される。

10

【0062】

$$Q_t = (T_b - T_c) \times S \times h \quad \dots (1)$$

また、表面放射率を p (無次元数) と表し、シュテファン = ボルツマン定数を (単位: $W / (m^2 \cdot K^4)$) と表すと、放射による電池ケース 161 からの熱放射量 Q_h (単位: W) は、下記式 (2) のように表される。

【0063】

$$Q_h = (T_b^4 - T_c^4) \times S \times p \times \quad \dots (2)$$

ここで、電池ケース 161 の厚み (たとえば電池ケース 161 に用いられるアルミニウム合金板の厚み) を d (単位: m) と表し、熱伝導率を K (単位: $W / (m \cdot K)$) と表すと、内部温度 T_i および表面温度 T_b の温度差と熱放射量の合計 ($Q_t + Q_h$) との間には下記式 (3) が成立する。

20

【0064】

$$(T_i - T_b) \times K \times S / d = Q_t + Q_h \quad \dots (3)$$

式 (3) に式 (1) および式 (2) を代入して式変形を行ない、定数部分を α ($\alpha > 0$, $\beta > 0$) を用いて表すと、内部温度 T_i について下記式 (4) が得られる。

【0065】

$$T_i = T_b + \alpha (T_b - T_c) + \beta (T_b^4 - T_c^4) \quad \dots (4)$$

式 (4) から内部温度 T_i が表面温度 T_b および環境温度 T_c の関数として表されることが分かる。このため、ECU 300 内のメモリ 304 には、内部温度 T_i と表面温度 T_b と環境温度 T_c との間に成立する関係が予めマップ M として記憶されている。これにより、表面温度 T_b および環境温度 T_c に基づいて内部温度 T_i を算出することができる。なお、マップ M の作成に際しては、表面温度センサ 157 および環境温度センサ 158 の各々の誤差を考慮することが好ましい。

30

【0066】

このように、本実施の形態によれば、バッテリー 150 と環境との間の熱移動を考慮して、表面温度 T_b および環境温度 T_c から内部温度 T_i が算出されるので、電解液の状態に応じた適切な温度においてバッテリー 150 の充放電を禁止することができる。

【0067】

なお、ここでは電池セル 101 について説明したが、電池セル 101 ~ 130 の構成は同等であるため、全ての電池セル 101 ~ 130 に表面温度センサが設けられている。この場合、全ての表面温度センサにより検出された表面温度 T_b のうち最小値を用いて内部温度 T_i を算出することが好ましい。上記式 (4) によれば、そうすることによって内部温度 T_i が最も低く算出されるので、内部温度 T_i が判定温度 T_1 を下回り易くなる。その結果、より早い段階で充放電が禁止されることになるため、より確実にバッテリー 150 を保護することができる。

40

【0068】

また、バッテリー 150 に複数の環境温度センサが設けられた構成も考えられる。この場合、環境温度 T_c としては、全ての環境温度センサにより検出された環境温度 T_c のうち最大値を用いることが好ましい。上記式 (4) によれば、環境温度 T_c が高いほど内部温度 T_i が低く算出されるので、内部温度 T_i が判定温度 T_1 を下回り易くなる。これによ

50

り、より確実にバッテリー 150 を保護することができる。

【0069】

< 電動車両の制御 >

車両 1 におけるバッテリー 150 の充放電の禁止が必要か否かの判定は、走行中ではなく、走行開始前の段階で行なうことが望ましい。以下、極低温環境下にて車両 1 が駐車されている状況を想定して、イグニッションスイッチ 310 がオン操作された場合の制御について説明する。なお、一例として、以下の制御は外部充電時または外部給電時には実行されず、走行システムの通常起動時に実行される。

【0070】

図 7 は、実施の形態 1 に係る蓄電システム 2 を搭載した車両 1 における充放電制御を説明するためのタイムチャートである。図 7 の横軸は経過時間を示す。図 7 の縦軸は、上から順にイグニッションのオン/オフの状態、Ready ON 待ち要求のオン/オフの状態、内部温度 T_i 、充放電禁止フラグのオン/オフの状態を示す。

10

【0071】

図 1 および図 7 を参照して、開始時刻 (0) において、イグニッションスイッチ 310 はオフであり、かつ、バッテリー 150 は極低温下で冷却されて内部温度 T_i が判定温度 T_1 よりも低いとする。ただし、充放電禁止フラグはオフである。

【0072】

時刻 t_{11} においてイグニッションスイッチ 310 がオン操作されると、第 1 のシステム起動期間が開始する。「システム起動期間」とは、イグニッションスイッチ 310 のオン操作により走行システムが始動してからイグニッションスイッチ 310 のオフ操作により走行システムが停止するまでの期間を意味する。

20

【0073】

実施の形態 1 では、システム始動時には、充放電禁止フラグのオン/オフにかかわらず Ready ON 待ち要求がオンされる。これは、充放電禁止フラグがオフである場合に、内部温度 T_i が低いにもかかわらずイグニッションのオン直後にバッテリー 150 が充放電されるのを防止するためである。Ready ON 待ち要求がオンの間、車両 1 は Ready OFF 状態に維持される。

【0074】

内部温度 T_i が判定温度 T_1 よりも低い状態にて所定の期間が経過すると、時刻 t_{12} において充放電禁止フラグがオフからオンに切り替えられる。これにより、バッテリー 150 の充放電が禁止されるため、Ready ON 待ち要求はオンに保持される。

30

【0075】

その後、内部温度 T_i が次第に上昇し、時刻 t_{13} において判定温度 T_2 に到達する。内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態にて所定の期間が経過すると、時刻 t_{14} において充放電禁止フラグがオンからオフに切り替えられる。これにより、Ready ON 待ち要求がオンからオフに切り替えられる。したがって、車両 1 は Ready OFF 状態から Ready ON 状態へと遷移する。

【0076】

時刻 t_{15} において、イグニッションスイッチ 310 のオフ操作により、第 1 のシステム起動期間が終了する。そうすると、車両 1 は Ready OFF 状態となる。

40

【0077】

時刻 t_{16} において、イグニッションスイッチ 310 が再びオン操作されると、第 2 のシステム起動期間が開始する。上述のようにシステム始動時には Ready ON 待ち要求がオンされる。内部温度 T_i は判定温度 T_2 よりも高いので、充放電禁止フラグはオフに保持される。したがって、時刻 t_{17} において Ready ON 待ち要求がオンからオフに切り替えられ、車両 1 は Ready OFF 状態から Ready ON 状態へと遷移する。

【0078】

図 8 は、実施の形態 1 に係る蓄電システム 2 を搭載した車両 1 における充放電制御を説明するためのフローチャートである。図 8 に示すフローチャートは、たとえばイグニッシ

50

オンスイッチ 310 のオン操作が行なわれた場合にメインルーチンから呼び出されて実行される。なお、このフローチャートの各ステップは、基本的には ECU 300 によるソフトウェア処理によって実現されるが、ECU 300 内に作製されたハードウェア（電子回路）によって実現されてもよい。

【0079】

図 1、図 7、および図 8 を参照して、S10 において、ECU 300 は、表面温度 T_b および環境温度 T_c に基づいて、内部温度 T_i を算出する。この算出手法について既に詳細に説明したため、ここでは説明は繰り返さない。

【0080】

S20 において、ECU 300 は判定温度 T_1 を算出する。S30 において、ECU 300 は判定温度 T_2 を算出する。この算出方法についても図 4 および図 5 にて詳細に説明したため、ここでは説明は繰り返さない。

10

【0081】

イグニッションスイッチ 310 のオン操作直後の場合（S40 において YES）、ECU 300 は、Ready ON 待ち要求をオンにする（S50）（図 7 の時刻 t_{11} 、 t_{16} 参照）。そうでない場合（S40 において NO）、ECU 300 は、S50 をスキップして処理を S60 に進める。

【0082】

S60 において、ECU 300 は、内部温度 T_i と判定温度 T_1 との大小関係を比較する。内部温度 T_i が判定温度 T_1 未満の状態が所定期間継続した場合（S60 において YES）、ECU 300 は、充放電禁止フラグをオンする（S70）（図 7 の時刻 t_{12} 参照）。これにより、Ready ON 待ち要求がオンに保持され、車両 1 は Ready OFF 状態に維持される。

20

【0083】

充放電フラグのオフからオンへの切り替えに際しては、たとえば表面温度センサ 157 または環境温度センサ 158 からの信号にノイズが重畳する等の理由によって、内部温度 T_i が判定温度 T_1 未満であると誤判定される可能性も考えられる。そうすると、実際には車両 1 は走行可能な状態であるにもかかわらず、バッテリー 150 の充放電が禁止され、走行不能となってしまう。したがって、内部温度 T_i が判定温度 T_1 未満の状態が所定期間継続した後に、つまり、より慎重に充電フラグを切り替えることが好ましい。その後、ECU 300 は、処理をメインルーチンへと戻す。

30

【0084】

一方、S60 において内部温度 T_i が判定温度 T_1 以上の場合、あるいは内部温度 T_i が判定温度 T_1 未満の状態が所定期間継続しなかった場合（S60 において NO）、ECU 300 は、内部温度 T_i と判定温度 T_2 との大小関係を比較する（S80）。内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態が所定期間継続した場合（S80 において YES）、ECU 300 は、充放電禁止フラグをオンからオフに切り替える（S90）。さらに、ECU 300 は、Ready ON 待ち要求をオンからオフに切り替える（S100）（図 7 の時刻 t_{14} 参照）。これにより、車両 1 は Ready OFF 状態から Ready ON 状態へと遷移する。

40

【0085】

S80 において内部温度 T_i が判定温度 T_2 未満の場合、あるいは内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態が所定期間継続しなかった場合（S80 において NO）、ECU 300 は、S90、S100 をスキップして処理をメインルーチンへと戻す。つまり、車両 1 は Ready OFF 状態に維持される。

【0086】

以上のように、実施の形態 1 によれば、バッテリー 150 の温度低下時にバッテリー 150 の充放電を禁止するための判定温度 T_1 と、バッテリー 150 の温度上昇時に充放電の禁止を解除するための判定温度 T_2 とが別々に設定される。そのため、図 4（B）に示す比較例のように充放電の禁止および禁止の解除に同一の判定温度を用いる場合と比べて、判定

50

温度 T_1 によって、より広い温度領域において充放電を禁止せずにバッテリー 150 を使用することができる。さらに、判定温度 T_2 によって、電解液の融解に応じてバッテリー 150 の充放電の禁止が解除されるため、バッテリー 150 を適切に保護することができる。

【0087】

[実施の形態 2]

実施の形態 1 では、あるシステム起動期間においてバッテリーの充放電が禁止され車両が Ready OFF 状態となった場合に、同一のシステム起動期間中であっても内部温度が上昇すると充放電の禁止が解除され、車両が Ready ON 状態へと遷移する例について説明した(図 7 の時刻 t_{14} 参照)。しかしながら、そうすると、ユーザが特に操作を行っていないにもかかわらず車両が Ready OFF 状態から Ready ON 状態へと遷移してしまい、ユーザに違和感を与えてしまう可能性がある。そのため、実施の形態 2 によれば、内部温度が上昇した場合であっても同一システム起動期間中には充放電の禁止を解除せず、ユーザ操作により別のシステム起動期間が開始された場合に充放電の禁止を解除する構成について説明する。

10

【0088】

実施の形態 2 において、ECU 300 は、過去(前回)のシステム起動期間での充放電禁止フラグのオン/オフを管理するための禁止履歴フラグを有する。なお、実施の形態 2 に係る蓄電システムを搭載した車両のそれ以外の構成は、図 1 ~ 図 3 に示す車両 1 の構成と同等であるため、詳細な説明は繰り返さない。

20

【0089】

図 9 は、実施の形態 2 に係る蓄電システム 2 を搭載した車両 1 における充放電制御を説明するためのタイムチャートである。図 9 のタイムチャートの縦軸には、図 7 のタイムチャートの縦軸に示された各項目に加えて、禁止履歴フラグのオン/オフの状態が示されている。開始時刻における禁止履歴フラグはオフである。

30

【0090】

図 9 を参照して、時刻 t_{21} においてイグニッションスイッチ 310 がオン操作されると、第 1 のシステム起動期間が開始する。内部温度 T_i が判定温度 T_1 よりも低い状態にて所定の期間が経過すると、時刻 t_{22} において充放電禁止フラグがオンされるとともに、禁止履歴フラグがオフからオンに切り替えられる。これにより、バッテリー 150 の充放電が禁止されるため、Ready ON 待ち要求はオンに保持される。

40

【0091】

時刻 t_{23} において、内部温度 T_i が判定温度 T_2 に到達する。実施の形態 2 では、時刻 t_{23} から時刻 t_{24} までの期間のように内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態が継続しても、第 1 のシステム起動期間中においては充放電禁止フラグはオンに保持される。これにより、Ready ON 待ち要求はオンに保持されるので、車両 1 は Ready OFF 状態に維持される。その後、時刻 t_{24} において第 1 のシステム起動期間が終了する。

【0092】

時刻 t_{25} において、イグニッションスイッチ 310 が再びオン操作されると、第 2 のシステム起動期間が開始する。システム始動時には Ready ON 待ち要求がオンされる。

40

【0093】

ここで、禁止履歴フラグがオンであるため、充放電禁止フラグも一旦オンされる。しかし、内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上であるので、時刻 t_{26} において、充放電禁止フラグがオンからオフに切り替えられるとともに、禁止履歴フラグがオフからオンに切り替えられる。これにより、Ready ON 待ち要求がオンからオフに切り替えられ、車両 1 は Ready OFF 状態から Ready ON 状態へと遷移する。その後、時刻 t_{27} において第 2 のシステム起動期間が終了する。

【0094】

時刻 t_{28} において、イグニッションスイッチ 310 が再びオン操作されると、第 3 のシステム起動期間が開始する。システム始動時には Ready ON 待ち要求がオンされる

50

。禁止履歴フラグがオフであるため、充放電禁止フラグもオフである。内部温度 T_i が判定温度 T_2 よりも高いので、時刻 t_{29} において、車両 1 は `Ready ON` 待ち要求がオンからオフに切り替えられ、車両 1 は `Ready OFF` 状態から `Ready ON` 状態へと遷移する。

【0095】

図 10 は、実施の形態 2 に係る蓄電システム 2 を搭載した車両 1 における充放電制御を説明するためのフローチャートである。図 10 を参照して、S 60 までの処理は、図 8 に示すフローチャートにおける対応する処理と同等であるため、詳細な説明は繰り返さない。

【0096】

S 60 において、内部温度 T_i が判定温度 T_1 未満の状態が所定期間継続した場合 (S 60 において YES)、ECU 300 は、充放電禁止フラグをオンするとともに (S 70)、禁止履歴フラグをオンする (S 72) (図 9 の時刻 t_{22} 参照)。これにより、`Ready ON` 待ち要求がオンに保持され、車両 1 は `Ready OFF` 状態に維持される。その後、ECU 300 は、処理をメインルーチンへと戻す。

【0097】

一方、S 60 において内部温度 T_i が判定温度 T_1 以上の場合、あるいは内部温度 T_i が判定温度 T_1 未満の状態が所定期間継続しなかった場合 (S 60 において NO)、ECU 300 は、禁止履歴フラグがオンであるか否かを判定する (S 62)。

【0098】

禁止履歴フラグがオンである場合 (S 62 において YES)、内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態が所定期間継続すると (S 80 において YES)、ECU 300 は、充放電禁止フラグをオンからオフに切り替えるとともに (S 90)、禁止履歴フラグをオンからオフに切り替える (S 92)。さらに、ECU 300 は、`Ready ON` 待ち要求をオンからオフに切り替える (S 100) (図 9 の時刻 t_{26} 参照)。これにより、車両 1 は `Ready OFF` 状態から `Ready ON` 状態へと遷移する。

【0099】

S 62 において禁止履歴フラグがオフの場合 (S 62 において NO)、内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態が所定期間継続すると (S 110 において YES)、ECU 300 は、充放電禁止フラグをオフに保持する (S 120)。さらに、ECU 300 は、`Ready ON` 待ち要求をオンからオフに切り替える (S 130) (図 9 の時刻 t_{29} 参照)。これにより、車両 1 は `Ready OFF` 状態から `Ready ON` 状態へと遷移する。

【0100】

なお、S 80、S 110 において内部温度 T_i が判定温度 T_2 未満の場合、あるいは内部温度 T_i が判定温度 T_2 以上の状態が所定期間継続しなかった場合 (S 80 または S 110 において NO)、ECU 300 は、以降の処理をスキップして処理をメインルーチンへと戻す。

【0101】

以上のように、実施の形態 2 によれば、内部温度が上昇した場合であっても同一のシステム起動期間中には充放電の禁止を解除しない。これにより、充放電の禁止の解除にはユーザ操作が必要となるため、車両 1 の `Ready OFF` 状態から `Ready ON` 状態への遷移に伴いユーザに違和感を与えることを防止できる。

【0102】

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、上記した説明ではなく、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。

【符号の説明】

【0103】

1 車両、2 蓄電システム、第 1 モータジェネレータ (第 1 MG)、20 第 2 モ

10

20

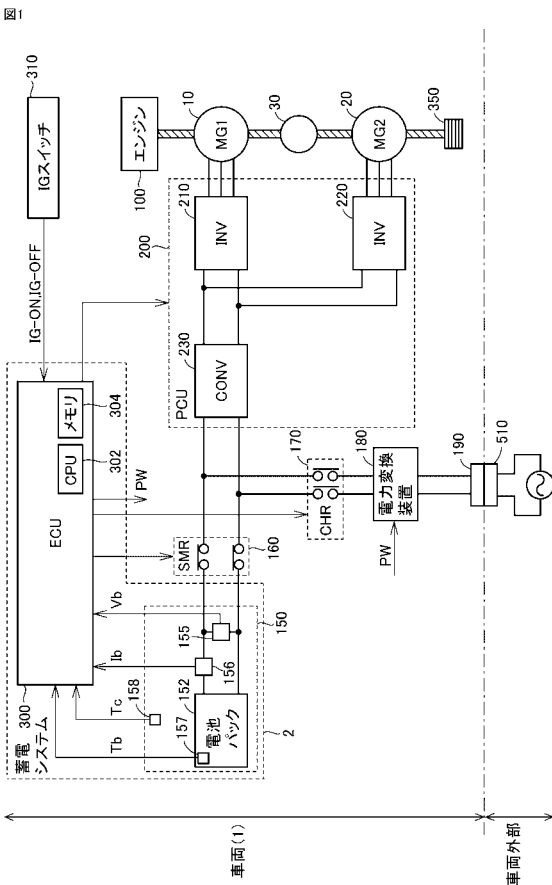
30

40

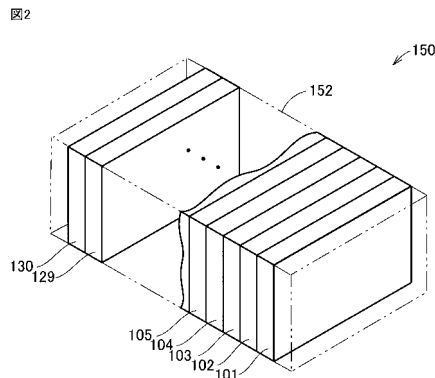
50

ータジェネレータ（第2 MG）、30 動力分割機構、50 電池ケース、52 蓋体、60, 64 正極端子、62, 66 負極端子、70 電極体、72 正極シート、74 負極シート、76 セパレータ、100 エンジン、101, 130 電池セル、150 バッテリ、152 二次電池、155 電圧センサ、156 電流センサ、157 表面温度センサ、158 環境温度センサ、160 システムメインリレー（SMR）、161 電池ケース、162 蓋体、163 正極端子、164 負極端子、165 電極体、166 正極シート、167 負極シート、168 セパレータ、169 余剰電解液、170 充電リレー（CHR）、180 電力変換装置、190 充電コネクタ、200 パワーコントロールユニット（PCU）、210, 220 インバータ、230 コンバータ、300 電子制御装置（ECU）、302 CPU、304 メモリ、310 イグニッションスイッチ、350 駆動輪、500 外部電源、510 充電プラグ。

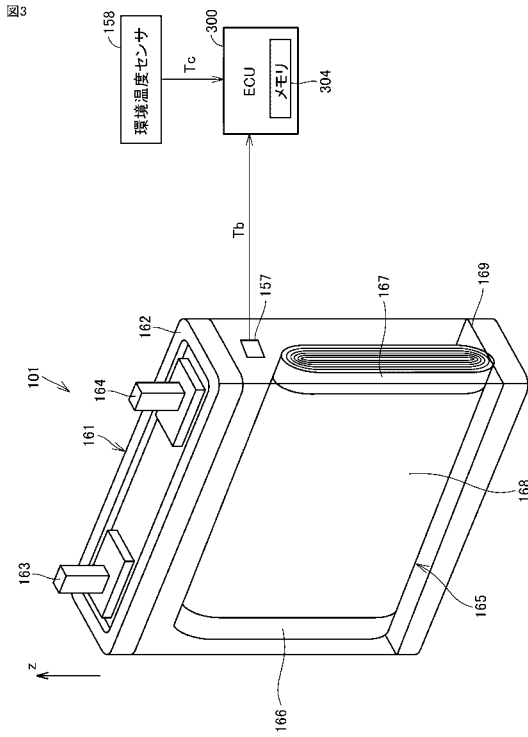
【図1】



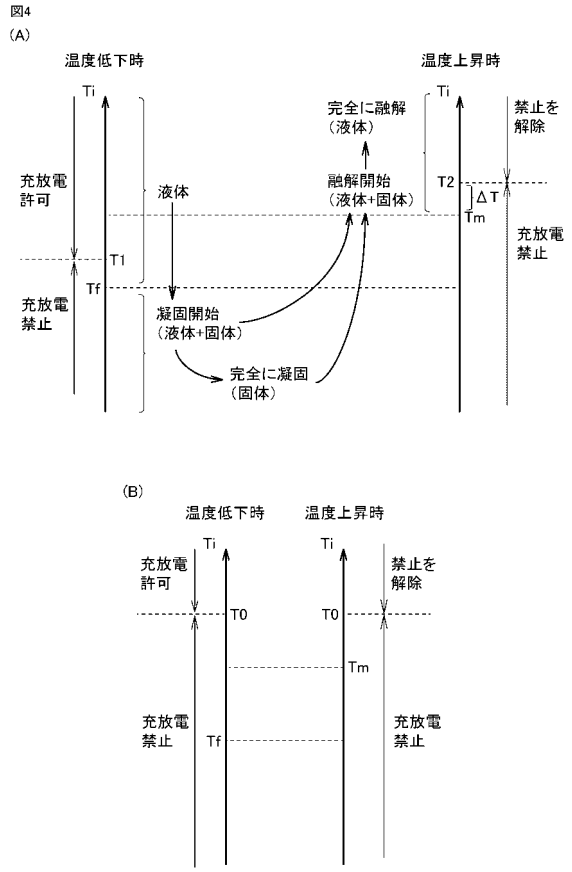
【図2】



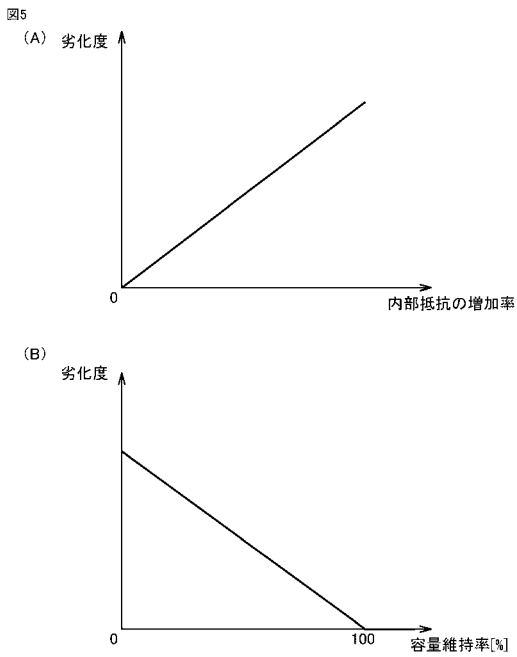
【図3】



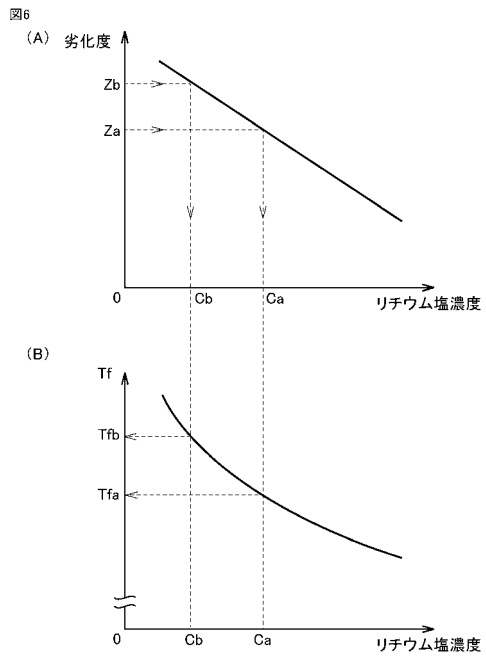
【図4】



【図5】

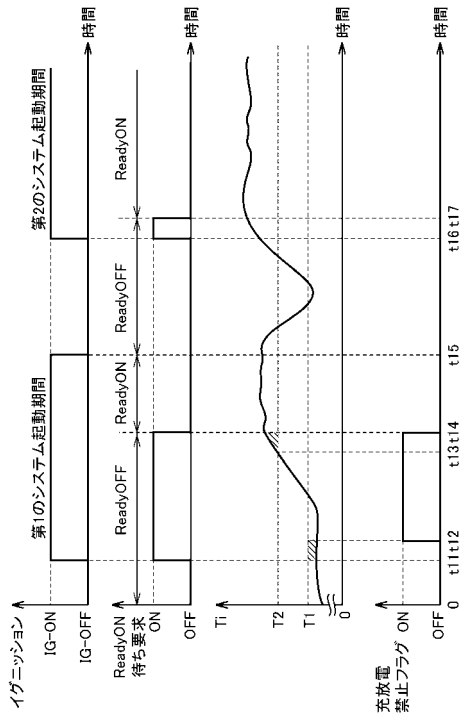


【図6】



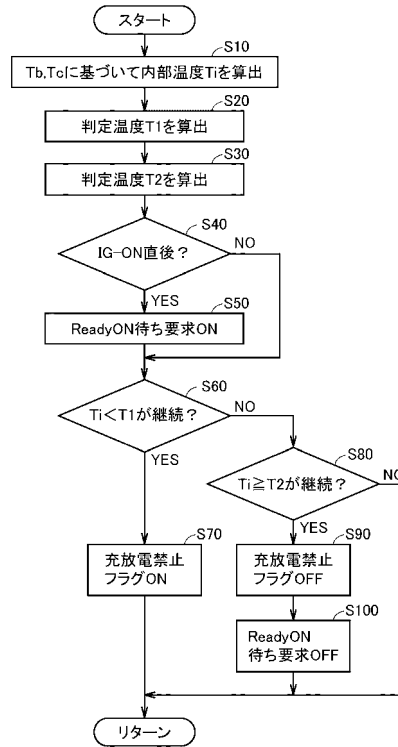
【図7】

図7



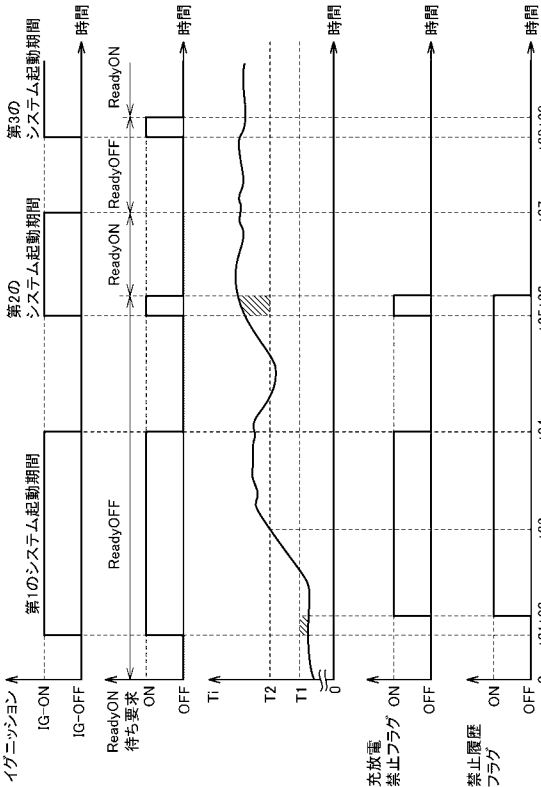
【図8】

図8



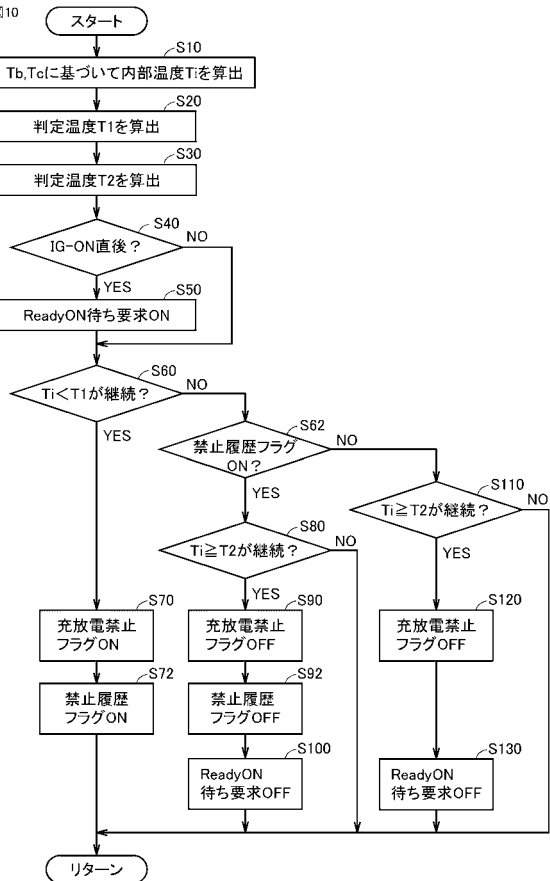
【図9】

図9



【図10】

図10



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<i>H 0 1 M</i>	<i>10/42</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 M 10/44	P
<i>B 6 0 L</i>	<i>3/00</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 M 10/42	P
<i>B 6 0 L</i>	<i>11/18</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 M 10/48	P
			B 6 0 L 3/00	S
			B 6 0 L 11/18	A