

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4715875号
(P4715875)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 R 31/36 (2006.01) GO 1 R 31/36 A
HO 2 J 7/00 (2006.01) HO 2 J 7/00 Z H V Y
HO 1 M 10/48 (2006.01) HO 1 M 10/48 P

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2008-165999 (P2008-165999)
 (22) 出願日 平成20年6月25日 (2008. 6. 25)
 (65) 公開番号 特開2010-8153 (P2010-8153A)
 (43) 公開日 平成22年1月14日 (2010. 1. 14)
 審査請求日 平成21年3月24日 (2009. 3. 24)

(73) 特許権者 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 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 辻子 曜
 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 原 富太郎
 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 荒井 卓一
 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】 電圧異常検出手段の故障診断方法、二次電池システム、及びハイブリッド自動車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次電池の電圧を検出し、検出された電圧値が正常電圧範囲から外れているときに、上記二次電池の電圧異常であると判断する

電圧異常検出手段が、故障しているか否かを診断する方法であって、

上記電圧異常検出手段と上記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記二次電池とは異なる定電圧発生手段であって、上記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を発生可能な定電圧発生手段に、上記電圧異常検出手段を接続し、

上記定電圧発生手段により、上記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加して、上記電圧異常検出手段により電圧異常であると判断されなかった場合、上記電圧異常検出手段が故障していると判断する

電圧異常検出手段の故障診断方法であって、

前記定電圧発生手段は、

前記二次電池とは異なる外部電源の電圧を、前記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧に変換可能な変換装置を含み、

上記電圧異常検出手段と上記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記外部電源と上記変換装置と上記電圧異常検出手段とを電氣的に接続して、上記外部電源の電圧を上記定電圧発生手段により上記直流定電圧に変換させると共に、変換された上記直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加する

電圧異常検出手段の故障診断方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電圧異常検出手段の故障診断方法であって、

前記外部電源は、商用電源である
電圧異常検出手段の故障診断方法。

【請求項 3】

二次電池と、

上記二次電池の電圧を検出し、検出された電圧値が正常電圧範囲から外れているときに、
上記二次電池の電圧異常であると判断する電圧異常検出手段と、
を備える

二次電池システムであって、

上記電圧異常検出手段は、

上記二次電池とは異なる定電圧発生手段であって、上記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を発生可能な定電圧発生手段との間で、電氣的に接続及び切断可能とされると共に、

上記二次電池との間で電氣的に接続及び切断可能とされてなり、

上記電圧異常検出手段と上記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記電圧異常検出手段を上記定電圧発生手段に接続し、上記定電圧発生手段により上記直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加して、上記電圧異常検出手段により電圧異常であると判断されなかった場合、上記電圧異常検出手段が故障していると判断可能とされてなる

二次電池システムであって、

外部電源の電圧を前記直流定電圧に変換可能な変換装置であって、前記電圧異常検出手段に電氣的に接続可能とされた変換装置、を含む前記定電圧発生手段と、

上記変換装置及び上記外部電源に電氣的に接続可能な接続部であって、当該接続部を通じて上記変換装置と上記外部電源とを電氣的に接続する接続部と、を備え、

上記外部電源と上記接続部とが電氣的に接続されると、上記二次電池システムは、上記電圧異常検出手段と前記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記接続部と上記変換装置と上記電圧異常検出手段とを電氣的に接続する

二次電池システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の二次電池システムであって、

前記電圧異常検出手段が故障しているか否かを判断する故障判断手段であって、前記直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加して、上記電圧異常検出手段により電圧異常であると判断されなかった場合、上記電圧異常検出手段が故障していると判断する故障判断手段を備える

二次電池システム。

【請求項 5】

請求項 3 または請求項 4 に記載の二次電池システムであって、

前記外部電源と前記接続部とが電氣的に接続された状態で、上記外部電源から供給される電力を用いて前記二次電池を充電可能とされてなる

二次電池システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の二次電池システムであって、

前記外部電源と前記接続部とが電氣的に接続されて、前記電圧異常検出手段の故障診断を行った後、または故障診断時に、上記二次電池の充電を開始する

二次電池システム。

【請求項 7】

請求項 3 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の二次電池システムであって、

前記外部電源は、商用電源である
二次電池システム。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

請求項 3 ~ 請求項 7 のいずれか一項に記載の二次電池システムであって、

前記二次電池は、正極と負極とセパレータとを有する電極体を備え、

上記正極は、2相共存型の充放電を行う正極活物質を含み、

上記負極は、充放電により相変化を伴う負極活物質を含む

二次電池システム。

【請求項 9】

請求項 3 ~ 請求項 8 のいずれか一項に記載の二次電池システムを搭載してなる

ハイブリッド自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、電圧異常検出手段の故障診断方法、二次電池システム、及びハイブリッド自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

二次電池の過充電（電池電圧の過度な上昇）及び過放電（電池電圧の過度な低下）を防止するために、二次電池システムに、電池電圧の異常を検出する電圧異常検出手段を設けることがある。例えば、二次電池の電圧を検出し、検出された電圧値が正常電圧範囲から外れている場合は、二次電池の電圧異常であると判断する。具体的には、電池電圧の上限値と下限値を予め設定しておき、充電時に、検出された電圧値が上限値を上回った場合は、過充電状態であると判断する。反対に、放電時に、検出された電圧値が下限値を下回った場合は、過放電状態であると判断する。電圧異常検出手段の判断に基づいて、二次電池の充放電を制御することで、二次電池の過放電及び過充電を防止することができる。

20

【0003】

ところが、この電圧異常検出手段が故障して、二次電池の電圧が正常電圧範囲内であるか否かを正確に判断できなくなっている場合、二次電池の過放電及び過充電を防止することができなくなる。そこで、近年、この電圧異常検出手段の故障診断方法について、様々なものが提案されている（例えば、特許文献 1, 2 参照）。

【特許文献 1】特開 2004 - 312835 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 20336 号公報

30

【0004】

特許文献 1 には、次のような故障診断方法が開示されている。ハイブリッド自動車に搭載されたモータの回生運転により発電される電力を用いて、二次電池の電圧が上限電圧値を上回るまで、二次電池の充電を行う。二次電池の電圧が上限電圧値を上回った後、電圧異常検出手段から異常検出信号が出力された場合には、電圧異常検出手段に故障は発生しておらず、正常であると判断できると記載されている。

【0005】

特許文献 2 には、二次電池の放電中に、異常検出回路から過充電異常信号が出力された場合には、異常検出回路が故障していると判断する故障診断方法が開示されている。さらに、二次電池の充電中に、異常検出回路から過放電異常信号が出力された場合には、異常検出回路が故障していると判断する故障診断方法が開示されている。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 の故障診断方法では、ハイブリッド自動車に搭載されたモータの回生運転により発電される電力を用いて、二次電池の電圧が上限電圧値を上回るまで、二次電池の充電を継続しなければならない。従って、走行中のハイブリッド自動車において、二次電池の電圧が上限電圧値を上回るまで、ブレーキをかけ続けなければならない、実現性に乏しい。しかも、二次電池の電圧が上限電圧値を上回るまで充電するということは、二次電池を過充電状態にすることになり、二次電池を劣化させてしまう。

50

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 の故障診断方法では、検出できない故障がある。具体的には、例えば、実際の二次電池の電圧値と異常検出回路が取得する電圧値との間にズレがある故障の場合、二次電池の放電中（充電中）に、異常検出回路から過充電異常信号（過放電異常信号）が出力されることはない。従って、特許文献 2 の故障診断方法では、このような故障を検出することができない。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 1 , 2 の故障診断方法では、いずれも、ハイブリッド自動車または電気自動車に電源として搭載した二次電池の充電時または放電時の電池電圧を利用して、電圧異常検出手段の故障診断を行う。ところが、ハイブリッド自動車等に搭載した二次電池の充電時または放電時の電池電圧は不安定なため、電圧異常検出手段に故障が発生しているか否かを、精度良く診断することができない虞があった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、二次電池の劣化を伴うことなく、電圧異常検出手段の故障診断を精度良く行うことができる電圧異常検出手段の故障診断方法、二次電池システム、及びハイブリッド自動車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】

【 0 0 1 0 】

二次電池の電圧を検出し、検出された電圧値が正常電圧範囲から外れているときに、上記二次電池の電圧異常であると判断する電圧異常検出手段が、故障しているか否かを診断する方法であって、上記電圧異常検出手段と上記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記二次電池とは異なる定電圧発生手段であって、上記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を発生可能な定電圧発生手段に、上記電圧異常検出手段を接続し、上記定電圧発生手段により、上記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加して、上記電圧異常検出手段により電圧異常であると判断されなかった場合、上記電圧異常検出手段が故障していると判断する電圧異常検出手段の故障診断方法が好ましい。

【 0 0 1 1 】

上述の電圧異常検出手段の故障診断方法では、電圧異常検出手段と二次電池との電氣的接続を切断する一方、電圧異常検出手段を二次電池とは異なる定電圧発生手段に接続する。これにより、電圧異常検出手段に対し、定電圧発生手段から、電圧変動のない直流定電圧を安定して印加することができる。

【 0 0 1 2 】

従って、定電圧発生手段により、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を電圧異常検出手段に印加した状態で、電圧異常検出手段により電圧異常であるか否かの判断をさせることで、電圧異常検出手段が故障しているか否かを精度良く診断することができる。しかも、電圧異常検出手段の故障診断を行うために、二次電池を過充電及び過放電させることもないので、故障診断に伴う二次電池の劣化もない。

【 0 0 1 3 】

なお、電圧異常検出手段が故障しているか否かの判断は、故障判断手段を備えたコントローラなどで行うようにしても良いし、電圧異常検出手段の判断結果を外部に表示（電圧異常表示ランプなど）させて、この表示を人が見て判断するようにしても良い。

また、定電圧発生手段としては、例えば、商用電源などの外部電源の電圧を、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧に変換可能な変換装置（例えば、AC / DC コンバータ）を挙げることができる。また、電圧異常検出手段による電圧検出対象である二次電池とは異なり、故障診断用に別途用意された電池（その端子間電圧が、正常電圧範囲から外れた一定電圧値になるもの）を用いても良い。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様は、上記の電圧異常検出手段の故障診断方法であって、前記定電圧発生手段は、前記二次電池とは異なる外部電源の電圧を、前記正常電圧範囲から外れた一定電

10

20

30

40

50

圧値を有する直流定電圧に変換可能な変換装置を含み、上記電圧異常検出手段と上記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記外部電源と上記変換装置と上記電圧異常検出手段とを電氣的に接続して、上記外部電源の電圧を上記定電圧発生手段により上記直流定電圧に変換させると共に、変換された上記直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加する電圧異常検出手段の故障診断方法である。

【0015】

本発明の故障診断方法では、電圧異常検出手段と二次電池との電氣的接続を切断する一方、外部電源（例えば、商用電源）と変換装置（例えば、AC/DCコンバータ）と電圧異常検出手段とを電氣的に接続する。これにより、外部電源の電圧が定電圧発生手段により直流定電圧に変換され、変換された直流定電圧を電圧異常検出手段に印加することができる。従って、電圧異常検出手段の故障診断を、精度良く行うことができる。

10

【0016】

さらに、上記の電圧異常検出手段の故障診断方法であって、前記外部電源は、商用電源である電圧異常検出手段の故障診断方法とすると良い。

【0017】

外部電源として商用電源を利用することで、簡易に、且つ、安価に、電圧異常検出手段の故障診断を行うことができる。

【0018】

また、二次電池と、上記二次電池の電圧を検出し、検出された電圧値が正常電圧範囲から外れているときに、上記二次電池の電圧異常であると判断する電圧異常検出手段と、を備える二次電池システムであって、上記電圧異常検出手段は、上記二次電池とは異なる定電圧発生手段であって、上記正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を発生可能な定電圧発生手段との間で、電氣的に接続及び切断可能とされると共に、上記二次電池との間で電氣的に接続及び切断可能とされてなり、上記電圧異常検出手段と上記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記電圧異常検出手段を上記定電圧発生手段に接続し、上記定電圧発生手段により上記直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加して、上記電圧異常検出手段により電圧異常であると判断されなかった場合、上記電圧異常検出手段が故障していると判断可能とされてなる二次電池システムが好ましい。

20

【0019】

上述の二次電池システムでは、電圧異常検出手段が、二次電池とは異なる定電圧発生手段であって正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を発生可能な定電圧発生手段と、電氣的に接続及び切断可能とされている。さらに、電圧異常検出手段は、二次電池と電氣的に接続及び切断可能とされている。これにより、電圧異常検出手段と二次電池との間の電氣的接続を切断した状態で、電圧異常検出手段に対し、定電圧発生手段により、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を印加することができる。

30

【0020】

従って、定電圧発生手段により、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を印加した状態で、電圧異常検出手段により電圧異常であるか否かの判断をさせることで、電圧異常検出手段が故障しているか否かを精度良く診断することができる。しかも、電圧異常検出手段の故障診断を行うことによって、二次電池を過充電及び過放電させることもないので、故障診断に伴う二次電池の劣化もない。

40

【0021】

なお、電圧異常検出手段が故障しているか否かの判断は、故障判断手段を備えたコントローラなどで行うようにしても良いし、電圧異常検出手段の判断結果を外部に表示（電圧異常表示ランプなど）させて、この表示を人が見て判断するようにしても良い。

【0022】

また、定電圧発生手段としては、例えば、商用電源などの外部電源の電圧を、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧に変換可能な変換装置（例えば、AC/DCコンバータ）を挙げることができる。また、電圧異常検出手段による電圧検出対象である二次電池とは異なる、故障診断用の電池（その端子間電圧が、正常電圧範囲から外れた

50

一定電圧値になるもの)を用いても良い。なお、定電圧発生手段は、二次電池システムに備えるようにしても良いし、二次電池システムのほかに別途設けるようにしても良い。

本発明の他の態様は、上記いずれかの二次電池システムであって、上記二次電池システムの外部に設けられた外部電源の電圧を前記直流定電圧に変換可能な変換装置であって、前記電圧異常検出手段に電氣的に接続可能とされた変換装置、を含む前記定電圧発生手段と、上記変換装置及び上記外部電源に電氣的に接続可能な接続部であって、当該接続部を通じて上記変換装置と上記外部電源とを電氣的に接続する接続部と、を備え、上記外部電源と上記接続部とが電氣的に接続されると、上記二次電池システムは、上記電圧異常検出手段と前記二次電池との電氣的接続を切断すると共に、上記接続部と上記変換装置と上記電圧異常検出手段とを電氣的に接続する二次電池システムである。

10

本発明の二次電池システムは、定電圧発生手段として、外部電源(例えば、商用電源)から供給される電流を定電圧電流に変換可能な変換装置(例えば、AC/DCコンバータ)を有している。そして、外部電源と接続部(例えば、電源プラグなどのコネクタ)とが電氣的に接続されると、本発明の二次電池システムは、電圧異常検出手段と二次電池との電氣的接続を切断する一方、接続部と変換装置(例えば、AC/DCコンバータ)と電圧異常検出手段とを電氣的に接続する。これにより、電圧異常検出手段に対し、電圧変動のない直流定電圧を印加することができるので、電圧異常検出手段の故障診断を、精度良く行うことができる。

しかも、外部電源を利用することで、二次電池システムに故障診断用の電源を別途設ける必要がない。

20

【0023】

さらに、上記いずれかの二次電池システムであって、前記電圧異常検出手段が故障しているか否かを判断する故障判断手段であって、前記直流定電圧を上記電圧異常検出手段に印加して、上記電圧異常検出手段により電圧異常であると判断されなかった場合、上記電圧異常検出手段が故障していると判断する故障判断手段を備える二次電池システムとすると良い。

【0024】

本発明の二次電池システムは、電圧異常検出手段が故障しているか否かを判断する故障判断手段を備えている。このため、故障判断手段によって、電圧異常検出手段が故障しているか否かを精度良く診断することができる。

30

【0027】

さらに、上記いずれかの二次電池システムであって、前記外部電源と前記接続部とが電氣的に接続された状態で、上記外部電源から供給される電力を用いて前記二次電池を充電可能とされてなる二次電池システムとすると良い。

【0028】

本発明の二次電池システムでは、外部電源から供給される電力を用いて、二次電池を充電することもできる。このように、外部電源を用いて、電圧異常検出手段の故障診断のみならず、二次電池の充電も行うことができるので、効率が良い。

【0029】

さらに、上記の二次電池システムであって、前記外部電源と前記接続部とが電氣的に接続されて、前記電圧異常検出手段の故障診断を行った後、または故障診断時に、上記二次電池の充電を開始する二次電池システムとすると良い。

40

【0030】

本発明の二次電池システムでは、外部電源と接続部とを電氣的に接続するだけで、電圧異常検出手段の故障診断と、二次電池の充電を行うことができるので、効率が良い。

【0031】

さらに、上記いずれかの二次電池システムであって、前記外部電源は、商用電源である二次電池システムとすると良い。

【0032】

50

外部電源として商用電源を利用することで、簡易に、且つ、安価に、電圧異常検出手段の故障診断を行うことができる。

【0033】

さらに、上記いずれかの二次電池システムであって、前記二次電池は、正極と負極とセパレータとを有する電極体を備え、上記正極は、2相共存型の充放電を行う正極活物質を含み、上記負極は、充放電により相変化を伴う負極活物質を含む二次電池システムとする
と良い。

【0034】

本発明の二次電池システムの二次電池は、2相共存型の充放電を行う正極活物質を含む正極と、充放電により相変化を伴う負極活物質を含む負極を備えている。この二次電池は、広い容量範囲にわたって、電圧変動が極めて小さい特性を有している。このため、電圧変動が極めて小さい容量範囲（以下、フラット容量範囲ともいう）内で使用することで、安定した電力を供給することができる。しかしながら、フラット容量範囲を上回って充電すると、電池電圧が急激に上昇してゆき、反対に、フラット容量範囲を下回って放電すると、電池電圧が急激に低下してゆく特性も有している。このため、電圧異常検出手段で精度良く電池電圧を検知して、二次電池の充放電を制御しないと、過放電、過充電状態になりやすい。

【0035】

これに対し、本発明の二次電池システムでは、電圧異常検出手段の故障診断を、精度良く行うことができるので、電圧異常検出手段の検出精度を良好に保つことができる。従って、検出精度の良い電圧異常検出手段によって、二次電池の電池電圧を監視することができるので、上述のような二次電池についても、過放電及び過充電を防止することができる。

【0036】

なお、「2相共存型の充放電を行う正極活物質」とは、結晶構造が異なる2つの結晶が共存した状態で充放電の反応が行われる活物質をいい、例えば、 $\text{LiFe}_{(1-x)}\text{M}_x\text{PO}_4$ （Mは、Mn, Cr, Co, Cu, Ni, V, Mo, Ti, Zn, Al, Ga, Mg, B, Nbのうち少なくともいずれかであり、 $0 < x < 0.5$ ）や、 $\text{LiMn}_{(1-x)}\text{M}_x\text{PO}_4$ （Mは、Cr, Co, Cu, Ni, V, Mo, Ti, Zn, Al, Ga, Mg, B, Nbのうち少なくともいずれかであり、 $0 < x < 0.5$ ）で表されるオリビン系化合物を挙げ
ることができる。

【0037】

また、「充放電により相変化を伴う負極活物質」とは、充放電の途中で結晶構造が変化する活物質をいい、炭素系材料を例示できる。炭素系材料としては、炭素系材料天然黒鉛系材料、人造黒鉛系材料（メソカーボンマイクロビーズなど）、難黒鉛化炭素系材料などを例示できる。

【0038】

他の解決手段は、上記いずれかの二次電池システムを搭載してなるハイブリッド自動車である。

【0039】

本発明のハイブリッド自動車は、前述の二次電池システムを搭載している。従って、電圧異常検出手段の故障診断を精度良く行うことができる。しかも、電圧異常検出手段の故障診断を行うことによって、二次電池を過充電及び過放電させることもないので、二次電池の劣化を抑制することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

次に、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

ハイブリッド自動車1は、図1に示すように、車体2、エンジン3、フロントモータ4、リヤモータ5、二次電池システム6を有し、エンジン3、フロントモータ4及びリヤモータ5との併用で駆動するハイブリッド自動車である。具体的には、このハイブリッド自

10

20

30

40

50

動車 1 は、二次電池システム 6 に含まれる組電池 10 (図 2 参照) をフロントモータ 4 及びリヤモータ 5 の駆動用電源として、公知の手段によりエンジン 3、フロントモータ 4 及びリヤモータ 5 を用いて走行できるように構成されている。

【 0041 】

このうち、二次電池システム 6 は、ハイブリッド自動車 1 の車体 2 に取り付けられており、ケーブル 7 によりフロントモータ 4 及びリヤモータ 5 に接続されている。この二次電池システム 6 は、図 2 に示すように、複数の二次電池 100 (単電池) を互いに電氣的に直列に接続した組電池 10 と、変換装置 20 と、電池コントローラ 30 と、電圧センサ 40 と、接続部 8 とを備えている。

【 0042 】

変換装置 20 は、AC/DC コンバータにより構成されており、商用電源 80 の電圧を、一定電圧値を有する直流定電圧に変換することができる。この変換装置 20 は、ケーブル 7 に含まれるケーブル 71 を通じて、接続部 8 に電氣的に接続されている。さらに、変換装置 20 は、スイッチ 52 を介して、組電池 10 に電氣的に接続されている。なお、本実施形態では、変換装置 20 が、定電圧発生装置に相当する。

【 0043 】

また、接続部 8 は、電源プラグにより構成されており、商用電源 80 に電氣的に接続することができる。この接続部 8 は、変換装置 20 と電氣的に接続されている。従って、接続部 8 を通じて、変換装置 20 と商用電源 80 とを電氣的に接続することができる。なお、本実施形態では、接続部 8 と共にケーブル 71 をハイブリッド自動車 1 の外部に引き出すことができ、ハイブリッド自動車 1 から離れた商用電源 80 に接続部 8 を接続できるようになっている。

【 0044 】

電圧センサ 40 は、組電池 10 を構成する各々の二次電池 100 について、電池電圧 V (端子間電圧) を検知する。電池コントローラ 30 は、図示しない ROM、CPU、RAM 等により構成される電圧異常判断部 31 及び故障判断部 32 を有している。電池コントローラ 30 の電圧異常判断部 31 は、電圧センサ 40 で検知された各二次電池 100 の電池電圧を取得し、各電池電圧値が正常電圧範囲から外れているか否かを判断する。いずれかの電池電圧値が正常電圧範囲から外れているときには、二次電池 100 の電圧異常であると判断する。なお、本実施形態では、電圧センサ 40 と電池コントローラ 30 の電圧異常判断部 31 とが、電圧異常検出手段に相当する。

【 0045 】

また、電圧センサ 40 は、スイッチ 51 を介して、変換装置 20 に電氣的に接続されている。すなわち、電圧異常検出手段を構成する電圧センサ 40 は、変換装置 20 との間で、電氣的に接続及び切断可能とされている。さらに、電圧センサ 40 は、スイッチ 53 を介して、組電池 10 に電氣的に接続されている。すなわち、電圧異常検出手段を構成する電圧センサ 40 は、組電池 10 を構成する二次電池 100 との間で、電氣的に接続及び切断可能とされている。

【 0046 】

この二次電池システム 6 では、ハイブリッド自動車 1 の運転時に組電池 10 の充放電が行われるとき、スイッチ 51 を OFF (開路)、スイッチ 52、53 を ON (閉路) の状態として、電圧センサ 40 によって、組電池 10 を構成する各々の二次電池 100 の電池電圧を検知する。さらに、電池コントローラ 30 の電圧異常判断部 31 によって、検出された各電池電圧値が正常電圧範囲から外れているか否かを判断する。いずれかの電池電圧値が正常電圧範囲から外れているときには、二次電池 100 の電圧異常であると判断する。なお、本実施形態では、正常電圧範囲を、例えば、3.0V ~ 3.7V とする。この正常電圧範囲は、予め、電圧異常判断部 31 の図示しない ROM に記憶させておく。

【 0047 】

なお、本実施形態では、電池コントローラ 30 の電圧異常判断部 31 によって、二次電池 100 の電圧異常であると判断された場合、速やかに組電池 10 の充放電を停止する。

10

20

30

40

50

これにより、組電池 10 を構成する二次電池 100 の過放電（電池電圧の過度な低下）及び過充電（電池電圧の過度な上昇）を防止することができる。

【0048】

また、この二次電池システム 6 では、ハイブリッド自動車 1 の停止時に、電圧異常検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）の故障診断を行うことができる。具体的には、接続部 8 と商用電源 80 とが電氣的に接続されると、電池コントローラ 30 の指令により、スイッチ 52, 53 を OFF の状態にして、電圧異常検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）と二次電池 100 との電氣的接続を切断すると共に、スイッチ 51 を ON の状態にして、電圧異常検出手段を変換装置 20 に電氣的に接続する。この状態で、電池コントローラ 30 の指令により、変換装置 20 において、商用電源 80 の電圧を、二次電池 100 の正常電圧範囲から外れた一定電圧値（例えば、4.0V）を有する直流定電圧に変換させる。

10

【0049】

これにより、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を、電圧センサ 40 に印加することができる。このとき、電圧異常検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）が正常であれば、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧（例えば、直流 4.0V）を電圧センサ 40 で正確に検出し、検出された電圧値に基づいて電圧異常判断部 31 において電圧異常であると判断される。この場合、電圧異常判断部 31 から故障判断部 32 に電圧異常信号が送信され、故障判断部 32 において、電圧異常検出手段が正常であると判断される。なお、本実施形態では、電池コントローラ 30 の故障判断部 32 が、故障判断手段に相当する。

20

【0050】

一方、電圧異常判断部 31 において電圧異常であると判断されなかった場合、電圧異常判断部 31 から電圧異常信号は出力されない。この場合、故障判断部 32 では、電圧異常検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）が故障していると判断する。その後、故障判断部 32 は、故障検出信号を出力して、故障表示ランプ 55 を点灯させる。

【0051】

従って、診断者が、故障表示ランプ 55 が点灯するか否かを確認することで、電圧異常検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）が故障しているか否かを判断することができる。すなわち、故障表示ランプ 55 が点灯しない場合は、電圧異常検出手段が正常であると判断することができ、故障表示ランプ 55 が点灯した場合には、電圧異常検出手段が故障していると判断することができる。

30

【0052】

ところで、電圧変動のある不安定な直流電圧（例えば、充放電時の二次電池の電圧）を電圧センサに印加して、電圧異常検出手段により電圧異常であるか否かの判断をさせた場合は、印加した直流電圧の変動の影響を受けて、精度良く、電圧異常検出手段の故障診断を行うことができない虞がある。

【0053】

これに対し、本実施形態の二次電池システム 6 では、電圧変動のない安定した直流定電圧を電圧センサ 40 に印加した状態で、電池コントローラ 30 の電圧異常判断部 31 により電圧異常であるか否かの判断をさせるので、電圧異常検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）が故障しているか否かを精度良く診断することができる。

40

しかも、電圧異常検出手段の故障診断を行うために、二次電池 100 を過充電及び過放電させることもないので、故障診断に伴う二次電池 100 の劣化もない。

【0054】

さらに、この二次電池システム 6 では、ハイブリッド自動車 1 の停止時に、接続部 8 と商用電源 80 とが電氣的に接続された状態で、スイッチ 51 を OFF にすると共に、スイッチ 52, 53 を ON にすることで、商用電源 80 から供給される電力を用いて、組電池 10 を構成する二次電池 100 を充電することができる。具体的には、商用電源 80 の電圧を、変換装置 20 により、所定の一定電圧値を有する直流定電圧に変換しつつ、商用電

50

源 80 から供給される電力を、変換装置 20 を通じて、組電池 10 を構成する二次電池 100 に供給することで、二次電池 100 を充電することができる。

【0055】

二次電池 100 は、図 3 に示すように、直方体形状の電池ケース 110 と正極端子 120 と負極端子 130 を備える、角形密閉式のリチウムイオン二次電池である。このうち、電池ケース 110 は、金属からなり、直方体形状の収容空間をなす角形収容部 111 と、金属製の蓋部 112 とを有している。電池ケース 110 (角形収容部 111) の内部には、電極体 150、正極集電部材 122、負極集電部材 132 などが収容されている。

【0056】

電極体 150 は、図 4 に示すように、断面長円状をなし、図 5 に示すように、シート状の正極 155、負極 156、及びセパレータ 157 を捲回してなる扁平型の捲回体である。この電極体 150 は、その軸線方向 (図 3 において左右方向) の一方端部 (図 3 において右端部) に位置し、正極 155 の一部のみが渦巻状に重なる正極捲回部 155b と、他方端部 (図 3 において左端部) に位置し、負極 156 の一部のみが渦巻状に重なる負極捲回部 156b とを有している。正極 155 には、正極捲回部 155b を除く部位に、正極活物質 153 を含む正極合材 152 が塗工されている (図 5 参照)。同様に、負極 156 には、負極捲回部 156b を除く部位に、負極活物質 154 を含む負極合材 159 が塗工されている (図 5 参照)。正極捲回部 155b は、正極集電部材 122 を通じて、正極端子 120 に電氣的に接続されている。負極捲回部 156b は、負極集電部材 132 を通じて、負極端子 130 に電氣的に接続されている。

【0057】

本実施形態では、正極活物質 153 として LiFePO_4 を用いている。この正極活物質 153 は、2 相共存型の充放電を行う活物質であり、結晶構造が異なる 2 つの結晶が共存した状態で充放電の反応が行われるものである。

【0058】

また、本実施形態では、負極活物質 154 として、天然黒鉛系の炭素材料を用いている。詳細には、平均粒子径が $20\ \mu\text{m}$ 、格子定数 c_0 が $0.67\ \text{nm}$ 、結晶子サイズ L_c が $27\ \text{nm}$ 、黒鉛化度 0.9 以上の天然黒鉛系材料を用いている。この負極活物質 154 は、充放電により相変化を伴う活物質であり、充放電の途中で結晶構造が変化するものである。

【0059】

次に、二次電池 100 の充放電特性図を図 6 に示す。図 6 は、二次電池 100 を充放電したときの、電池電圧 V (本実施形態では、正極端子 120 と負極端子 130 との間の端子間電圧) の挙動を示している。なお、二次電池 100 に含まれる正極活物質 153 (LiFePO_4) が理論的に最大限蓄積できる理論電気容量を 1 時間で充電することができる電流値を $1C$ とする。

【0060】

図 6 からわかるように、二次電池 100 は、 $3.4\ \text{V}$ 付近 ($3.3 \sim 3.5\ \text{V}$) の電池電圧で、理論電気容量 (図 6 において充電状態 $0 \sim 100\%$ の範囲) の約 80% に相当する電気を充放電することができる。従って、本実施形態の二次電池システム 6 では、各二次電池 100 を、理論電気容量の 80% 程度の容量範囲 (フラット容量範囲) にわたって、 $3.4\ \text{V}$ 程度の比較的高い電池電圧で充放電させることができるので、高い出力を安定して得ることができる。

【0061】

しかしながら、図 6 に示すように、理論電気容量の 90% (図 6 において充電状態 90%) を上回って充電すると、電池電圧が急激に上昇してゆく。反対に、理論電気容量の 10% (図 6 において充電状態 10%) を下回って放電すると、電池電圧が急激に低下してゆく。このため、電圧センサ 40 で各二次電池 100 の電池電圧を精度良く検知しつつ、電池コントローラ 30 で二次電池 100 の充放電を制御しないと、二次電池 100 の過放電、過充電状態を招きやすい。

10

20

30

40

50

【0062】

これに対し、本実施形態では、電圧異常検出手段（電圧異常判断部31及び電圧センサ40）の故障診断を、精度良く行うことができるので、電圧異常検出手段の検出精度を良好に保つことができる。従って、検出精度の良い電圧異常検出手段によって、二次電池100の電池電圧を監視することができるので、二次電池100の過放電及び過充電を防止することができる。

【0063】

ここで、二次電池100の製造方法について説明する。

まず、 LiFePO_4 （正極活物質153）とアセチレンブラック（導電助剤）とポリフッ化ビニリデン（バインダ樹脂）とを、85：5：10（重量比）の割合で混合し、これにN-メチルピロリドン（分散溶媒）を混合して、正極スラリを作製した。次いで、この正極スラリを、アルミニウム箔151の表面に塗布し、乾燥させた後、プレス加工を施した。これにより、アルミニウム箔151の表面に正極合材152が塗工された正極155を得た（図5参照）。

10

【0064】

また、天然黒鉛系の炭素材料（負極活物質154）と、スチレン-ブタジエン共重合体（バインダ樹脂）と、カルボキシメチルセルロース（増粘剤）とを、95：2.5：2.5（重量比）の割合で水中で混合して、負極スラリを作製した。次いで、この負極スラリを、銅箔158の表面に塗布し、乾燥させた後、プレス加工を施した。これにより、銅箔158の表面に負極合材159が塗工された負極156を得た（図5参照）。本実施形態では、天然黒鉛系の炭素材料として、平均粒子径が $20\mu\text{m}$ 、格子定数 $C0$ が 0.67nm 、結晶子サイズ Lc が 27nm 、黒鉛化度0.9以上の天然黒鉛系材料を用いている。なお、本実施形態では、正極の理論容量と負極の理論容量との比が1：1.5となるように、正極スラリ及び負極スラリの塗布量を調整している。

20

【0065】

次に、正極155、負極156、及びセパレータ157を積層し、これを捲回して断面長円状の電極体150を形成した（図4、図5参照）。但し、正極155、負極156、及びセパレータ157を積層する際には、電極体150の一端部から、正極155のうち正極合材152を塗工していない未塗工部が突出するように、正極155を配置しておく。さらには、負極156のうち負極合材159を塗工していない未塗工部が、正極155の未塗工部とは反対側から突出するように、負極156を配置しておく。これにより、正極捲回部155b及び負極捲回部156bを有する電極体150（図3参照）が形成される。なお、本実施形態では、セパレータ157として、ポリプロピレン/ポリエチレン/ポリプロピレン3層構造複合体多孔質膜を用いている。

30

【0066】

次に、電極体150の正極捲回部155bと正極端子120とを、正極集電部材122を通じて接続する。さらに、電極体150の負極捲回部156bと負極端子130とを、負極集電部材132を通じて接続する。その後、これを角形収容部111内に収容し、角形収容部111と蓋体112とを溶接して、電池ケース110を封止した。次いで、蓋体112に設けられている注液口（図示しない）を通じて電解液を注液した後、注液口を封止することで、本実施形態の二次電池100が完成する。なお、本実施形態では、電解液として、EC（エチレンカーボネート）とDEC（ジエチルカーボネート）とを、4：6（体積比）で混合した溶液中に、六フッ化リン酸リチウム（ LiPF_6 ）を1モル/リットル溶解したものをを用いている。

40

【0067】

次に、本実施形態の電圧異常検出手段（電圧異常判断部31及び電圧センサ40）の故障診断方法について説明する。図7は、本実施形態にかかる故障診断方法の流れを示すフローチャートである。

【0068】

まず、ステップS1において、所定時間ごとに、ハイブリッド自動車1の制御を司るコ

50

ントロールユニット60から送信される信号に基づいて、ハイブリッド自動車1が停止状態であるか否かを判定する。コントロールユニット60では、シフトポジションが「Nポジション」または「Pポジション」であるときは、ハイブリッド自動車1が停止状態であると判断し、停止状態である旨の停止状態信号を電池コントローラ30に送信する。従って、電池コントローラ30において、コントロールユニット60からの停止状態信号を検知した場合に、ハイブリッド自動車1が停止状態であると判定する。

【0069】

ステップS1において、ハイブリッド自動車1が停止状態でない(No)と判定された場合は、所定時間経過後に、再び、ステップS1に戻り、上述の処理を行う。

一方、ハイブリッド自動車1が停止状態である(Yes)と判定された場合は、ステップS2に進み、接続部8と商用電源80とが、電氣的に接続されたかどうかを判定する。具体的には、電池コントローラ30によって、変換装置20(AC/DCコンバータ)を監視して、商用電源80から接続部8を通じて変換装置20に電力が供給されたことが確認されたとき、接続部8と商用電源80とが電氣的に接続されたと判断する。

【0070】

ステップS2において、接続部8と商用電源80とが電氣的に接続されていない(No)と判定された場合は、接続部8と商用電源80とが電氣的に接続された(Yes)と判定されるまで、所定時間ごとにステップS2の処理を繰り返す。

【0071】

一方、ステップS2において、接続部8と商用電源80とが電氣的に接続された(Yes)と判定された場合は、ステップS3に進み、電池コントローラ30の指令により、スイッチ52,53をOFF(開路)にする。これにより、電圧異常検出手段(電圧センサ40及び電池コントローラ30)と二次電池100との電氣的接続を切断する。次いで、ステップS4に進み、電池コントローラ30の指令により、スイッチ51をON(閉路)にする。これにより、電圧異常検出手段(電圧センサ40及び電池コントローラ30の電圧異常判断部31)を変換装置20に電氣的に接続する。

【0072】

次に、ステップS5に進み、電池コントローラ30の指令により、変換装置20において、商用電源80の電圧(例えば、交流100V)を、二次電池100の正常電圧範囲から外れた一定電圧値(例えば、2.5Vまたは4.0V)を有する直流定電圧(例えば、直流2.5Vまたは直流4.0V)に変換させる。これにより、正常電圧範囲から外れた一定電圧値を有する直流定電圧を、電圧センサ40に印加することができる。

【0073】

次いで、ステップS6に進み、電池コントローラ30の電圧異常判断部31において、電圧異常であるか否かを判断する。電圧異常であると判断した場合、電圧異常判断部31から故障判断部32に電圧異常信号が送信される。反対に、電圧異常でない判断された場合、電圧異常判断部31から電圧異常信号は出力されない。

【0074】

次に、ステップS7に進み、故障判断部32により、電圧異常判断部31において電圧異常と判断されたかどうかを判定する。具体的には、故障判断部32において、電圧異常判断部31からの電圧異常信号を受信したか否かを判定する。電圧異常信号を受信した場合には、電圧異常と判断された(Yes)と判定し、ステップS8に進み、電圧異常検出手段が正常であると判定する。

【0075】

反対に、電圧異常信号を受信しなかった場合には、電圧異常と判断されなかった(No)と判定し、ステップS9に進み、電圧異常検出手段が故障していると判定する。その後、ステップSAに進み、故障判断部32は、故障検出信号を出力して、故障表示ランプ55を点灯させる。

【0076】

従って、診断者は、故障表示ランプ55が点灯したか否かを確認することで、電圧異常

10

20

30

40

50

検出手段（電圧センサ 40 及び電圧異常判断部 31）が故障しているか否かを判断することができる。具体的には、故障表示ランプ 55 が点灯した場合、診断者は、電圧異常検出手段が故障していると判断できる。反対に、故障表示ランプ 55 が点灯しない場合、診断者は、電圧異常検出手段が正常であると判断できる。

【0077】

しかも、本実施形態の二次電池システム 6 では、電圧異常検出手段の故障診断を行った後、商用電源 80 から供給される電力を用いて、組電池 10 を構成する二次電池 100 の充電を開始する。具体的には、故障判断部 32（故障判断手段）において、電圧異常検出手段が正常であるか否かを判断した後（ステップ S8 またはステップ S9 の処理の後）、スイッチ 51 を OFF にすると共に、スイッチ 52, 53 を ON にする。これにより、商用電源 80 の電圧を、変換装置 20 により、所定の一定電圧値を有する直流定電圧に変換しつつ、商用電源 80 から供給される電力を、変換装置 20 を通じて、組電池 10 を構成する二次電池 100 に供給することができる。従って、組電池 10 を構成する二次電池 100 の充電することができる。

【0078】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。

【0079】

例えば、実施形態の二次電池システム 6 では、電圧異常検出手段の故障診断を行った後、商用電源 80 から供給される電力を用いて、組電池 10 を構成する二次電池 100 の充電を開始した。しかしながら、電圧異常検出手段の故障診断時に、商用電源 80 から供給される電力を用いて、二次電池 100 の充電を開始しても良い。例えば、ステップ S5 において、直流定電圧を電圧センサ 40 に印加した後、スイッチ 51 を OFF にすると共に、スイッチ 52, 53 を ON にするようにしても良い。これにより、商用電源 80 から供給される電力を用いて、組電池 10 を構成する二次電池 100 の充電を開始することができる。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図 1】実施形態にかかるハイブリッド自動車 1 の概略図である。

【図 2】実施形態にかかる二次電池システム 6 の概略図である。

【図 3】実施形態にかかる二次電池 100 の断面図である。

【図 4】実施形態にかかる電極体 150 の断面図である。

【図 5】実施形態にかかる電極体 150 の部分拡大断面図であり、図 4 の B 部拡大図に相当する。

【図 6】二次電池 100 の充放電特性図である。

【図 7】実施形態にかかる故障診断方法の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0081】

- 1 ハイブリッド自動車
- 6 二次電池システム
- 8 接続部
- 10 組電池
- 20 変換装置（定電圧発生手段）
- 30 電池コントローラ（電圧異常検出手段、故障判断手段）
- 40 電圧センサ（電圧異常検出手段）
- 80 商用電源（外部電源）
- 100 二次電池
- 150 電極体
- 153 正極活物質

10

20

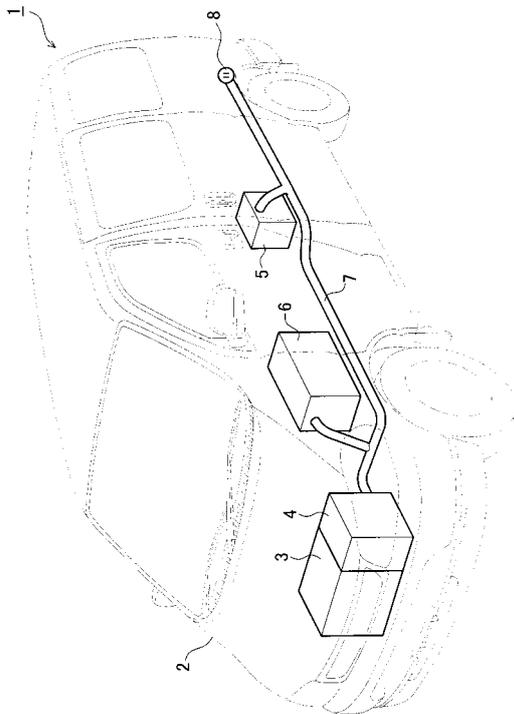
30

40

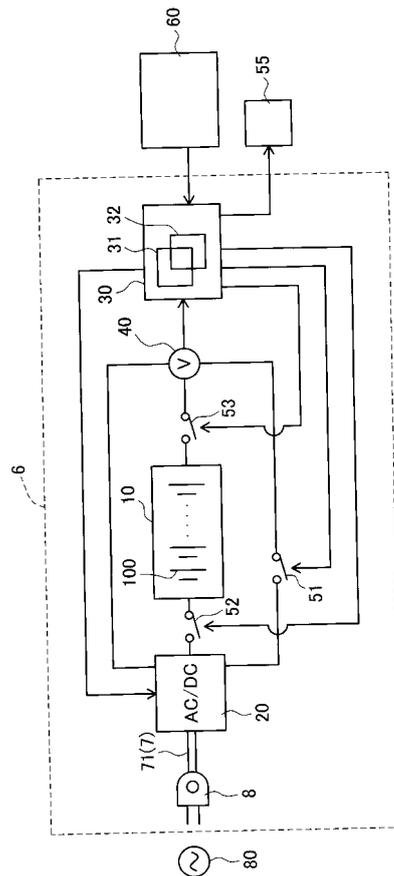
50

- 1 5 4 負極活物質
- 1 5 5 正極
- 1 5 6 負極
- 1 5 7 セパレータ

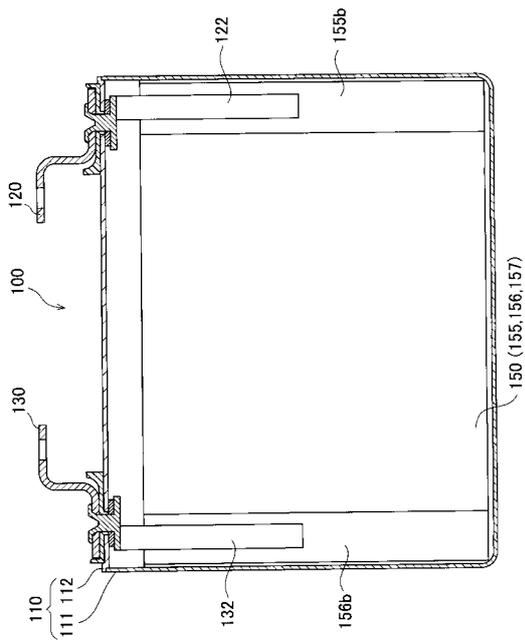
【図1】



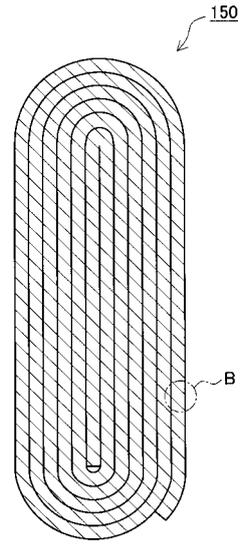
【図2】



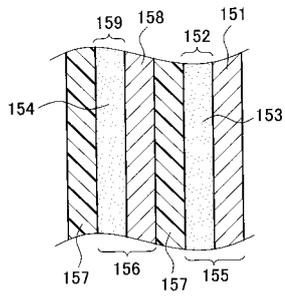
【図3】



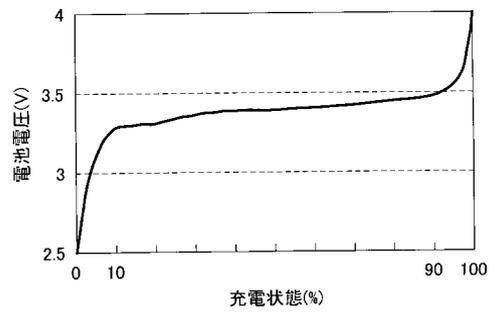
【図4】



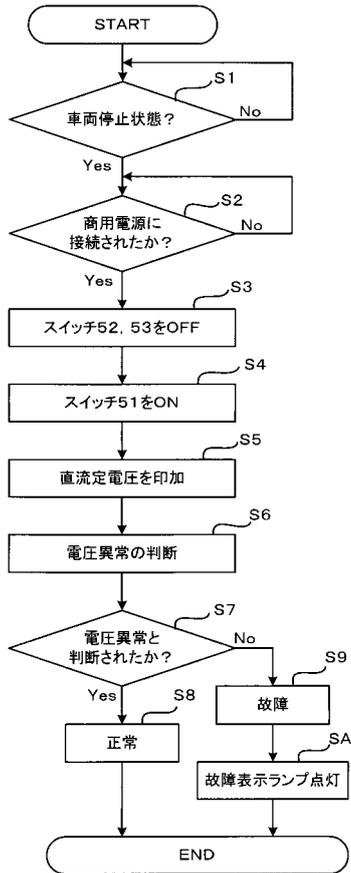
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 進藤 洋平
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 阿部 武志
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 寺本 大介
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 和佐田 景子
愛知県豊田市明和町6-50-3
- (72)発明者 湯浅 幸恵
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 武田 知晋

- (56)参考文献 特開平05-137239(JP,A)
特開2004-127663(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/36
H01M 10/48
H02J 7/00