

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4132317号  
(P4132317)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int. Cl.	F I		
<b>B60L 11/12 (2006.01)</b>	B60L 11/12	ZHV	
<b>B60W 10/26 (2006.01)</b>	B60K 6/20	330	
<b>B60W 20/00 (2006.01)</b>	B60K 6/46		
<b>B60K 6/46 (2007.10)</b>	B60L 3/00	S	
<b>B60L 3/00 (2006.01)</b>	B60L 11/18	A	

請求項の数 12 外国語出願 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-347728  
 (22) 出願日 平成10年10月30日(1998.10.30)  
 (65) 公開番号 特開平11-289605  
 (43) 公開日 平成11年10月19日(1999.10.19)  
 審査請求日 平成17年10月26日(2005.10.26)  
 (31) 優先権主張番号 08/961573  
 (32) 優先日 平成9年10月30日(1997.10.30)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500558894  
 ビーエーイー・システムズ・コントロールズ・インコーポレーテッド  
 BAE SYSTEMS Control s, Inc.  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 13790、ジョンソン・シティー、メイン・ストリート 600  
 (74) 代理人 100071526  
 弁理士 平田 忠雄  
 (72) 発明者 デヴィッド ウィリアム ホフマン ジュニア  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 13833、ポート クレーン、ロック ストリート 19

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド電気自動車用トラクション電池モジュールの充電容量を維持する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法であって、トラクション電池は直列接続された複数のモジュールからなり、前記自動車は作動中、前記トラクション電池が正味 (net) の充電を受けるように前記自動車に電力を供給するための放電率を時々超える充電率で前記トラクション電池を充電し、前記トラクション電池の前記モジュールのそれぞれが最大容量充電されたときに公称電圧を有し、前記トラクション電池の前記モジュールのそれぞれが過充電されたときに劣化して、急速最大容量再充電をせずに放電したときに充電容量が減少する特性を有する場合において、

前記自動車が作動していない間、かつプログラムされたプロセッサの制御下にあるとき、前記トラクション電池の少なくとも1つのモジュールを最大容量充電するが、前記トラクション電池の前記1つのモジュールを充電すると同時に前記トラクション電池の残りのモジュールの何れも充電しない工程と、

前記プログラムされたプロセッサの前記制御下にあるとき、かつ、前記少なくとも1つのモジュールを最大容量充電する前記工程の後で、前記少なくとも1つのモジュールを意図的に一部放電するが、前記電池の前記残りのモジュールは放電しない工程と、

前記自動車を一定時間作動させる工程の循環からなることを特徴とする、ハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項2】

前記電池はプレート (plates) からなる鉛蓄電池 (lead-sulfuric acid battery) であ

10

20

り、前記充電容量の減少は少なくとも1つの前記電池の前記プレートの硫酸化と、前記酸(acid)の特定の比重の減少から起こることを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項3】

前記少なくとも1つのモジュールを一部放電する前記工程が、  
前記最大容量充電を行う工程に先立ち、前記少なくとも1つのモジュールの充電状態を決定する工程と、

一時的メモリに前記充電状態の表示を記憶する工程と、および、

前記自動車<sup>10</sup>が作動していないとき、その充電状態が前記一時的メモリに記憶された充電状態の値と等しくなるまで前記少なくとも1つのモジュールを放電する工程からなることを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項4】

前記充電状態の測定基準はモジュール電圧であることを特徴とする、請求項3記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項5】

前記少なくとも1つのモジュールを一部放電する前記工程が、前記最大容量充電を行う工程に先立ち、前記少なくとも1つのモジュールの充電状態を決定する工程と、一時的メモリに前記充電状態の表示を記憶する工程と、および、

前記自動車<sup>20</sup>が作動していないとき、前記一時的メモリに記憶された充電状態の値と等しい充電状態の値と等しい充電状態に前記少なくとも1つのモジュールを放電し、前記自動車が前記少なくとも1つのモジュールの前記充電状態が前記一時的メモリに記憶された前記充電状態の値に達する前に前記自動車が作動を開始したときには、前記少なくとも1つのモジュールを前記残りのモジュールの平均充電状態に近い充電状態に放電する工程と、からなることを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項6】

前記充電状態の測定基準はモジュール電圧であることを特徴とする、請求項5記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項7】

前記自動車が作動状態になったとき、前記最大容量充電を行う工程を急速に終わらせ、一部放電し、それにより前記少なくとも1つのモジュールを、前記最大容量充電を行う工程を開始する以前より充電されている状態にする工程と、および

前記急速終了工程に続いて、前記モジュールの充電状態を均等化するように、前記少なくとも1つのモジュールから前記残りのモジュールの少なくともいくつかにエネルギーを移す工程をさらに含むことを特徴とする、請求項1記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項8】

ハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法であって、トラクション電池は直列接続された複数のモジュールからなり、前記自動車は作動中、前記自動車に電力を供給するための放電率を時々超える充電率で前記トラクション電池を充電し、前記トラクション電池の前記モジュールのそれぞれが最大容量充電されたときに公称電圧を有し、前記トラクション電池の前記モジュールのそれぞれが過充電されたときにガス化して、急速最大容量再充電をせずに放電したときに充電容量が減少する特性を有する場合において、

プログラムされたプロセッサの制御下にあるとき、前記トラクション電池の少なくとも1つのモジュールを選択するが、維持のために、前記トラクション電池の前記モジュールのうちの残りのモジュールを同時に選択しない工程と、

前記自動車が作動していないとき、かつプログラムされたプロセッサの前記制御下にあるときに、前記選択された少なくとも1つのモジュールを最大容量充電するが、前記選択

10

20

30

40

50

された少なくとも1つのモジュールと同時に前記モジュールのうち前記残りのモジュールの何れも充電しない工程と、

前記プログラムされたプロセッサの制御下にあるとき、かつ前記最大容量充電する工程の後で、前記選択された少なくとも1つのモジュールを意図的に一部放電するが、前記電池の前記残りのモジュールは放電しない工程と、および

前記自動車を一時間作動させる工程の循環からなることを特徴とする、ハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【請求項9】

前記選択する工程が、前記最大容量充電する工程を受けないまま最も長時間作動したモジュールを前記選択されたモジュールの1つとして選択する工程を含むことを特徴とする、請求項8記載のハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

10

【請求項10】

ハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法であって、トラクション電池は直列接続された複数のモジュールからなり、前記自動車は作動中、前記トラクション電池が正味（net）の充電を受けるとともに前記自動車に電力を供給するための放電率を時々超える充電率で前記トラクション電池を充電し、前記トラクション電池の前記モジュールのそれぞれが最大容量充電されたときに公称電圧を有し、前記トラクション電池の前記モジュールのそれぞれが過充電されたときに劣化して、急速最大容量再充電をせずに放電したときに充電容量が減少する特性を有する場合において、

20

前記自動車を作動していない間、かつプログラムされたプロセッサの制御下にあるとき、前記トラクション電池の少なくとも1つのモジュールを最大容量充電するが、前記トラクション電池の前記1つのモジュールを充電すると同時に前記トラクション電池の残りのモジュールの少なくともいくつかを充電しない工程と、

前記プログラムされたプロセッサの前記制御下にあるとき、かつ、前記少なくとも1つのモジュールを最大容量充電する前記工程の後で、前記1つのモジュールを意図的に一部放電するが、前記電池の前記残りのモジュールの前記少なくともいくつかを放電しない工程と、

前記自動車を一時間作動させる工程の循環からなることを特徴とする、ハイブリッド電気自動車のトラクション電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

30

【請求項11】

電流の流れに応じて作動中の自動車を駆動させるトラクション・モータと、

複数の直列接続されたトラクション電池モジュールからなるトラクション電池であって、前記トラクション電池モジュールのそれぞれがそれ以上充電するとモジュールに損傷をあたえる可能性がある充電レベルを有し、前記トラクション電池モジュールのそれぞれが最大容量より少ない充電の引き延ばしにより損傷され易い前記トラクション電池と、

制動中前記トラクション・モータからエネルギーを引き出すための回生制動システムと、

補助電気エネルギー源と、

前記トラクション・モータ、前記トラクション電池、前記回生制動システム、および前記補助電気エネルギー源に結合されたエネルギー制御部であり、前記トラクション・モータを駆動するために前記トラクション・モータに対して前記トラクション電池を制御可能に放電し、制動中前記トラクション電池に前記回生制動システムから制御可能にエネルギーを回生し、前記補助電気エネルギー源を含む手段によって前記トラクション電池の充電を維持し、それにより、回生制動による充電電流が前記トラクション電池のモジュールを損傷することなく前記トラクション電池に回生されうるように、一部充電された前記トラクション電池を維持する前記エネルギー制御部と、

40

補助電池と、および

前記自動車を作動していないときに、前記トラクション電池の少なくとも1つのモジュールを最大容量充電するが、前記少なくとも1つのモジュールの最大容量充電と同時に

50

前記電池の残りのモジュールの何れも充電せず、前記少なくとも1つのモジュールを意図的に一部放電するが、前記残りのモジュールは放電しない、前記エネルギー制御部に付随するプログラムされた制御部とからなることを特徴とするハイブリッド電気自動車。

【請求項12】

蓄電池のモジュールの充電容量を維持する方法であって、前記電池は直列接続された複数のモジュールからなり、前記電池の前記モジュールのそれぞれが過充電されたときに劣化して、急速最大容量再充電をせずに放電したときに充電容量が減少する特性を有する場合において、

プログラムされたプロセッサの制御下にあるとき、前記電池の少なくとも1つのモジュールを最大容量充電するが、前記電池の前記1つのモジュールを充電すると同時に前記電池の残りのモジュールの何れも充電しない工程と、および

前記プログラムされたプロセッサの前記制御下にあるとき、かつ、前記少なくとも1つのモジュールを最大容量充電する前記工程の後で、前記少なくとも1つのモジュールを意図的に一部放電するが、前記電池の前記残りのモジュールは放電しない工程からなることを特徴とする、蓄電池のモジュールの充電容量を維持する方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハイブリッド電気自動車のトラクション電池の充電状態を維持する方法に関する。

【従来の技術】

ハイブリッド電気自動車は、低公害自動車の中でもっとも実用的なものとして広く研究されている。ハイブリッド電気自動車は、また、自動車の車輪を駆動する、電気トラクション・モータ (traction motor) に電力を供給する電気「トラクション」 (traction) 電池を備える。ハイブリッド電気自動車の「ハイブリッド」 (hybrid) な面は、自動車の駆動中にトラクション電池を再充電するために、電気エネルギーの二次もしくは補助電源を使用する点にある。この電気エネルギーの二次電源は太陽電池パネル、燃料電池、内燃機関・発電機、または一般的なその他の電気エネルギー源でもよい。内燃機関を電気エネルギーの二次電源として使用する場合は、少量の燃料を使用し低公害である比較的小型の機関 (エンジン) を使用するのが一般的である。それに伴う利点は、このような小型内燃機関は限られたRPM (毎分回転数) の範囲で駆動できるので、エンジンの公害 (汚染) 防止効果が最適化されることである。

「一次」および「二次」の用語は、電気エネルギー源を説明するのに使用される場合には、単に作動中に配分されるエネルギーのルートに関するだけで、本発明における基礎的な重要性を意味するものではない。

自動車のトラクション電池は、多くの場合、各々1つ以上の相互接続した電池セルからなる、直列接続した複数のモジュールからなる。本発明で使用されるトラクション電池は、公称電圧550ボルトで、12ボルトモジュールを46個直列接続している。各モジュールは、もちろん、1つ以上の一般的な自動車用電池からなる。ハイブリッド電気自動車は、純粋な電気自動車とは異なり、少なくとも一部には運転中に再充電される。すなわち、通常の場合トラクション電池は、実質的に放電した状態ではデポ (depot : 駐車場・給電所) に到着しないので、至急再充電をする必要がない。その結果、ハイブリッド電気自動車は通常の内燃駆動自動車と同様に使用でき、一日中使用した後に駐車して、再充電せずに翌朝発車させることができる。

最も一般的に使用される再充電電池は、多孔性鉛または鉛組成プレートおよび希硫酸電解液を使用する、通常の自動車用鉛蓄電池 (lead-acid batteries) である。コストおよび有効性の理由から、ハイブリッド電気自動車にはかかる電池を使用するのが望ましい。鉛蓄電池の欠点は、一つにはその重量であり、もう一つは使用により電池の充電容量が減少する点である。充電容量の減少はインピーダンスの増大として現れ、いかなる電圧でも電池から供給される電流が減少する。充電容量の減少は、少なくとも一部には、「硫酸化」または電池の鉛プレート上に硫酸塩の被膜が形成されることから生じる。この「硫酸化」

10

20

30

40

50

は、電池が長時間の間、一部に充電された状態に置かれた場合におこる傾向がある。したがって、ハイブリッド電気自動車を一晩中駐車させることを繰り返すと、硫酸化がおりやすくなり、トラクション電池の充電容量が失われる結果となる。

【発明が解決しようとする課題】

そこで、ハイブリッド電気自動車の電池を維持する、より改良された方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】

本発明の方法はハイブリッド電気自動車のトラクション電池の少なくとも一部を充電する。前記自動車は作動中、前記自動車に動力を供給するための放電値を超えることもある一定の値で前記トラクション電池を充電する。前記トラクション電池は複数のモジュールからなる。それぞれのモジュールは最大充電されたときに公称電圧を有し、過充電されたときに、ガス化により、劣化する性質を有する。前記トラクション電池のそれぞれのモジュールは、急速最大容量再充電をせずに放電したときに充電容量（所望の電圧で使用可能な電流の形でエネルギーをストアする能力）が減少する性質を有する。モジュール維持方法は、トラクション電池の少なくとも1つのモジュールを最大容量充電または「満タンにする」が、電池のすべてのモジュールは最大容量充電せず、前記充電されたモジュールは意図的に一部放電するが、前記残りのモジュールは放電しない工程からなる回帰的工程からなる。自動車はこのようにして作動されうる。この文脈での「放電」という用語は電池電圧の起動力の下電池から電流を引き出すのを可能にすることであり、一方「充電」は放電条件の電流の方向と反対の方向で電池に電流を印加することを意味する。

本発明の1つの実施例において、トラクション電池は1つまたは複数の鉛蓄電池（lead-sulfuric acid battery）からなる。

本発明の他の1つの実施例において、前記少なくとも1つのモジュールを一部放電する前記工程が、前記充電を行う工程に先立ち、問題のモジュールの充電状態を決定する工程と、一時的メモリストアに前記充電電圧を表示するものをストアする工程からなる。最大容量充電にあとで、モジュールはその電圧が一時的メモリストアにストアされた電流値と等しくなるまで放電される。

【発明の実施の形態】

本発明の実施例について、添付の図面を参照して詳細に説明する。

図1は、ハイブリッド電気自動車の動力システムを示す。図1において、ハイブリッド電気自動車10は、電気エネルギー制御部16の制御により、1つ以上の車輪14a, 14bを駆動するトラクションモータ12を有する。エネルギー制御部16は、トラクション電池18上に設けられた複数のタップ20a, 20b, 20c, . . . 20nに接続されている。各タップ20a, 20b, 20c, . . . 20nはそれぞれ、複数のモジュール22a, 22b, 22c, . . . 22nのプラス側またはプラス端子に接続されている。図1に示されるように、モジュール22aは2つの直列接続された12ボルト電池からなる。その他全てのモジュール22b, 22c, . . . 22nも同様である。

図1ではまた、運転者が加速、制動、および自動車のその他の機能を制御する手動制御部が、バス26によりエネルギー制御部16に接続されたブロックとして示されている。ディーゼルエンジン28として示される内燃エンジンは、バス30を介してエネルギー制御部16から印加された制御信号により制御される。エンジン28は機械的回転運動を発生し、回転運動は発電機32に使用される。発電機32の電界励起およびその他のパラメータは、バス30を介してエネルギー制御部16により制御される。発電機2により発電した電力はエネルギー制御部16に使用される。エネルギー制御部16は手動制御部24から運転者指令を受領し、加速のためにトラクション電池18からトラクションモータ12に電力を回し、回生制動（dynamic brake）制動中は、電力をトラクション電池18に戻す。エネルギー制御部16はまた、エンジン28と発電機32による発電を制御し、少なくともトラクション電池に、上記の方法で発電した電力を回す。これは、公知の技術である。さらに、制御部16は、以下に述べる制御を行うために、トラクション電池の各モジュール22a, 22b, 22c, . . . 22nを含む、すべての動力処理装置に関連する

10

20

30

40

50

複数の電気制御動力スイッチ（図示せず）を有する。制御部 16 はまた、以下に述べる直流 - 直流変換器 16c を有する。自動車の運転が休止している間に電気制御を保ち、エネルギー制御部の制御下でエンジンスタータ 28s を作動させるために、共通エネルギー貯蔵部として補助 12 ボルト電池 36 がエネルギー制御部 16 に接続されている。

上記のように、各モジュール 22a, 22b, 22c, . . . 22n の 1 つまたは複数の鉛蓄電池は、長時間の間一部に充電された状態に置かれると、品質が低下する。本発明の 1 つの特徴によれば、トラクション電池は 1 単位としては最大容量まで充電されない。なぜなら、自動車が使用されているとき、最大容量まで充電されたトラクション電池は、回生制動が実行されている間、エネルギー制御部から戻された動力を受け入れる必要があるためである。最大容量まで充電されたトラクション電池は電池モジュールのガス発生を防ぐために、それ以上の負荷を受け入れることができないので、自動車が停止しているとき、トラクション電池は最大容量まで充電されない。本発明の他の 1 つの特徴によれば、トラクション電池のすべてのモジュールではない、1 つ以上のトラクション電池のモジュールは、最大容量まで充電され、最大容量の充電以前の充電状態まで放電することで、定期的に維持されている。最大容量の充電およびそれに続く一部充電を行うために選択されたモジュールを循環することで、最終的には全てのモジュールが維持されるように、この維持工程は時々実行される。この維持工程により、各モジュールは随時硫酸化を防止するために最大容量まで充電される一方で、トラクション電池自体は常に一部充電状態でその日の運転を始めるため、過充電がおこらない。

本発明の 1 つの特徴によれば、維持工程もしくは維持方法は、トラクション電池の各モジュールを随時最大容量まで充電することからなる。単一のモジュールを最大容量まで充電するには長時間を要しないが、トラクション電池モジュールの全てを最大容量まで充電するには比較的長時間、たとえば数日間を要する。維持工程は多数の小工程に細分化され、時間的にかなり分離されているので、最近どのモジュールが充電されていないかどうかを知るための手段が必要となる。この目的で、図 1 の制御部 16 は、本発明によりどのモジュールが最近維持されているか、どのモジュールが維持されていないかを示す工程記録（log: ログ）を記録した、少なくとも 1 つのメモリを有する。制御部は自動車の一部であり、制御部が搭載された特定の自動車にのみ維持工程を実行するので、自動車認識番号（vehicle identification number）は不要となる。もしも、たとえば駐車場などで、維持制御部が自動車から分離された場合には、維持工程が必要とされる各自動車に関する情報を記録するためのメモリの設置が、加えて必要となるだろう。図 2（a）～図 2（e）は、ハイブリッド電気自動車で作動されていない状態の時に、電池モジュールの充電容量を維持するために、トラクション電池モジュールの充電状態を制御する工程の論理フローを示すフローチャートである。

図 2 において、トラクション電池のモジュールを維持する論理制御は開始（START）ブロック 210 から開始し、次に、自動車が運転中か否かを示す代用として選ばれた、点火（ignition）スイッチの状態を検討することを示す決定ブロック 212 に進む。当然、このような状態を指示するものとして、車輪の回転、トラクション電池からの電流の流出、またはトラクションモータへの電流の流入といった、他の指示媒体を選ぶことも可能である。もし点火スイッチが ON であれば、自動車が運転中であることを示し、論理は決定ブロック 212 から YES 出力へ進み、さらに論理パス 213 を通ってスタートブロック 210 へと戻る。したがって、自動車が運転されている間は、論理工程はスタートブロック 210 と決定ブロック 212 からなるループを循環する。最終的に点火スイッチが OFF になると、これは自動車が運転されていない状態を示す。この状態になったとき、論理は決定ブロック 212 から NO 出力へ進み、さらに時間カウンタを開始またはスタートさせる。この段階がブロック 214 で示されている。時間カウンタは点火スイッチが OFF である間進み、自動車がどれくらいの時間運転されていないかを示す。ブロック 214 でカウンタに示された時間は決定ブロック 216 で監視される。ブロック 214 でのカウントが決定ブロック 216 にプログラムされているカウントに等しくならない限り、論理は決定ブロック 216 から NO 出力へ進み、さらにパス 217 およびパス 213 を通ってスター

10

20

30

40

50

トブロック 210 へと戻る。配達用自動車等が行うような、たとえば 1 時間程度の一時停止を排除するように選択された時間が経過した後、カウンタのカウントは決定ブロック 216 にプログラムされたカウントと等しくなり、論理は決定ブロック 216 から YES 出力へと進む。決定ブロック 216 から YES 出力に進むことは、自動車の役務が終了したことを示唆する程度の時間の間、自動車が運転されていないこと、およびモジュール維持工程の間、自動車が役務に使用されない可能性があるということを示している。したがって、論理がブロック 218 に達した時、モジュール維持工程が開始する。

図 2 ( a ) の決定ブロック 216 の YES 出力から、論理は、トラクション電池のどのモジュールが最近に維持されていたかを決定するために、維持ログを読み出すことを示す、次のブロック 218 へと進む。論理ブロック 219 において、本発明による最大容量充電維持から最長の時間が経過した電流間隔 ( または現時間 ) の間維持するために、モジュールの 1 つが維持のため選択される。もしくは、1 つ以上のモジュールが維持される場合は、そのモジュールの 1 つは選択されたモジュールのグループに属する。ブロック 219 における維持するモジュールの選択に続き、必要であれば、図 2 ( a ) の論理ブロック 220 に示唆されるように、選択されたモジュールはトラクション電池から切断される。ただ 1 つのモジュールが維持のため選択され、トラクション電池が電氣的にフローティング ( floating ) または非参照状態 ( unreferenced ) にあるときには、モジュールをトラクション電池から切断する必要はない。いずれにせよ、論理は、維持されるべきモジュールの電圧を検知すること、およびメモリにモジュール電圧をストア ( 格納 ) することを示す、次のブロック 221 に進む。同時に、図 1 の補助電池 36 の電圧が検知され、メモリにセーブされる。どの場合においても、電池温度および電池電流のために電池電圧の測定は補償される。

図 2 ( a ) の論理はブロック 221 から、図 1 の補助電池 36 からのエネルギーを用いて、選択されたモジュールを最大容量充電状態に充電することを示す、ブロック 222 に進む。この工程は、図 1 のエネルギー制御部 16 が、補助電池 36 の電圧を選択されたモジュールを充電可能な電圧に変換できる、直流 直流変換器 16 c を使用することを必要とする。かかる変換器は本分野において周知である。図 2 ( a ) の論理はブロック 222 から、自動車の点火スイッチの状態をモニタすることを示す、決定ブロック 224 に進む。選択されたモジュールを最大容量まで充電する期間いつでも点火スイッチが ON であれば、論理は決定ブロック 224 から YES 出力に出て、論理ノード B を通って、選択されたモジュールの充電を至急中断することを示す、図 2 ( c ) のブロック 250 に進む。ブロック 252 は、必要であれば選択されたモジュールにトラクション電池を再接続することを示し、そして論理は開始ブロック 210 に戻り、維持工程を早期に終了させる。以下に述べるとおり、最大容量までの充電期間の結果、選択されたモジュールはこの時点でトラクション電池の他のモジュールよりもやや高い電圧を有する。このやや高い電圧は、以下に述べる本発明の他の特徴によって均等にされる。

選択された 1 つのモジュールは、図 2 ( c ) を参照して以上で述べたとおり、充電間隔を早期終了させるため点火スイッチが ON にならない限り、図 2 ( a ) のブロック 222 に指令されたように、最大容量まで充電を継続する。点火スイッチが ON 状態に変わらない限り、論理は、決定ブロック 224 の NO 出力から、次の決定ブロック 226 に進む。決定ブロック 226 はモジュールの現時点または現在の時間の電圧を、選択されたモジュールの最大容量充電を示す基準値と比較する。充電されているモジュールが最大容量充電に達しない限り、論理は、決定ブロック 226 の NO 出力から、論理バス 228 を通って、充電継続を示すブロック 222 に戻る。このようにして、電圧が基準最大容量充電値に達したことを決定ブロック 226 が確認しない限り、選択されたモジュールは、直流 直流変換器 16 c を介して図 1 の補助電池 36 からエネルギーを引き出して充電を継続する。最終的に、モジュール電圧は最大容量充電値に達し、論理は決定ブロック 226 の YES 出力から、選択されたモジュールの最大容量充電または維持の完了を反映するため維持ログを最新のものに書き換える ( updating ) ことを示す、論理ブロック 230 に進む。論理ブロック 230 から、論理は論理ノード A を通って図 2 ( b ) の論理ブロック 240 に進

10

20

30

40

50

む。

選択された1つのモジュールの充電中に充電可能なレベル以下に補助電池の電圧が低下する可能性があることに注目されたい。このとき、選択されたモジュールの充電は(図示されない論理パスを介して)至急終了し、論理は、トラクション電池から補助電池を再充電することを示す、図2(d)のノードFに至急移動する。さらに、例えば補助電池を再充電する必要から、所定のモジュールの充電工程が中断された場合、影響をうけたモジュールは補助電池の充電後にはモジュール維持工程を開始する前より高い電圧を有し、その結果ブロック221のメモリに最初からストアされている値より高い端子電圧を有することに注目されたい。自動車再び選択されたモジュールの維持目的の充電を継続できる状態になったとき、新たな論理サイクルは第1の論理工程とはやや異なる。なぜなら、モジュールの当初の充電状態を示す、最初からストアされていた端子電圧が保持され、現在の端子電圧によって書き換えられないからである。

モジュール維持工程のこの点において、選択されたモジュールは最大容量まで充電され、所望の結果の第1の点、すなわちモジュールを最大容量まで充電することで硫酸化を低減する点を達成する。しかし、選択されたモジュールを最大容量まで充電した結果、自動車の作動によってトラクション電池にそれにより現時点で最大容量まで充電された選択されたモジュールに、追加の充電電流を印加する可能性もある。これは、モジュールのガス化を招くおそれがあるので望ましくない。本発明の1つの特徴によれば、選択されたモジュールは最大容量まで充電された後、一部に放電される。一部放電は状況により2つの方法のうち1つによって達成される。第1の方法では、選択されたモジュールを、図1の直流

直流変換器16cの動作方向を逆転させることで(または他の変換器を使用することで)、補助電池36を再充電するために最大容量充電された選択されたモジュールからのエネルギーを使用して、最大容量充電から維持工程における最大容量充電の一部を開始する以前の電圧まで一部に放電する。これは、工程中に生ずる不可避的熱の損失を除いて、自動車全体のエネルギー状態を維持工程が開始したときと同じ条件にするという有益な効果を有する。最大容量充電された選択されたモジュールを一部放電する第2の方法は、自動車の作動により最大容量までの充電が中断されたとき使用される。この場合、トラクション電池およびトラクション電池の各モジュールは、自動車を作動したときに、発電機の作動によるトラクション電池の充電と、自動車の加速による負荷に起因する放電に伴って、エネルギー状態を変化させる。エネルギー状態の変化はトラクション電池とそれを構成するモジュールの電圧の変化を引き起こす。従って、選択されたモジュールの電圧を示す予め記憶された値はもはやあまり意味がなく、選択された1つのモジュールは直流 直流変換器16cにより(この変換器は変換器16cまたは他の変換器でもよい)一部に放電され、一部放電の間選択されたモジュールから引き出されたエネルギーは、トラクション電池の他のモジュールに印加され、選択されたモジュールの電圧に達するまで他のモジュールを充電する。して、最大容量充電から維持工程における最大容量充電の一部を開始する以前の電圧まで一部に放電する。これは、工程中に生ずる不可避的熱の損失を除いて、自動車全体のエネルギー状態を維持工程が開始したときと同じ条件にするという有益な効果を有する。したがって、換言すれば、「過充電された」選択されたモジュールは放電されそれにより電圧を低減し、選択されたモジュールの放電によるエネルギーは他のモジュールを充電し、その電圧を上昇するために使用され、電圧が他のモジュールの電圧の平均値と等しくなったときに選択されたモジュールの放電を停止する。

図2(b)において、論理ブロック240は、上記の「第1の」方法に相当する方法で、選択されたモジュールから補助電池36を充電することを示す。論理ブロック240から、論理は自動車の点火スイッチの状態を継続的にモニタし、放電工程を早期に終了させるべきかどうか決定することを示す、決定ブロック242に進む。点火スイッチがONになれば、論理は決定ブロック242からYES出力に出て、論理ノードBを通過して、維持工程を中断することを示す、図2(c)の論理に進む。点火スイッチがONにならない限りは、論理は決定ブロック242のNO出力から出て、放電している選択されたモジュールの電池電圧VMODをストアされた電圧値VMOD\_MEMと比較することを示す、決定ブロック2

10

20

30

40

50

44に進む。モジュール電圧V<sub>MOD</sub>がストアされた値V<sub>MOD</sub>\_MEM と等しくならない限り、論理は決定ブロック244のNO出力から出て、論理パス246を通過してブロック240に戻り、放電を継続する。モジュール電圧V<sub>MOD</sub>がストアされた値V<sub>MOD</sub>\_MEM 以下になったとき、論理は決定ブロック244のYES出力から出て、論理ノードCを通過して図2(d)のブロック258に進む。

図2(d)の論理は、自動車のOFF時間中、トラクション電池から補助電池36aを再充電することを示す。この再充電はトラクション電池全体からなされるものではなく、最高の電圧を有するトラクション電池のモジュールからなされるものである。一般に、再充電は、モジュールの中で最高の電圧を有する1つのモジュールを選択し、その1つのモジュールを補助電池に対して放電して、それによりモジュールの平均電圧になるように最高電圧モジュールの電圧を低減し、同時に少なくとも一部に補助電池を再充電することで達成される。この補助電池の一部充電の工程は、所望の数のモジュールにより実行される。特に、トラクション電池のモジュール22a, 22b, 22c, . . . 22nのうち1つまたはそれ以上の選択されたモジュールを維持充電および一部充電した後で、論理は、モジュールを最高レベルまで上げる(「満タンにする」: topping-off)工程および一部放電(維持)工程の間に生ずる不可避免的熱の損失を埋め合わせるために、補助電池を再充電するための図2(d)および図2(e)の論理へと進む。特に、論理が論理ノードCから図2(d)のブロック258に進んだときに、選択された1つのモジュールからの補助電池36への充電は停止する。論理ブロック260は、最大容量充電および一部放電を実行するために切断されたときに、トラクション電池へ選択された1つのモジュールを再接続することを示す。論理ブロック260から、論理はトラクション電池のさまざまなモジュールの電圧を互いに比較することを示す、論理ブロック262へと進む。ブロック262はまた、必要であれば、トラクション電池から最高電圧のモジュールを切断することを示す。論理ブロック262から、論理は、トラクション電池の選択された1つの(最高電圧の)モジュールによって補助電池を充電し、補助電池にエネルギーを移動することで最高電圧モジュールを放電することを示す、ブロック264へと進む。論理は、ブロック262から、ブロック266により示されるカウンタの開始に進み、さらに決定ブロック268に進む。決定ブロック268は自動車の点火スイッチの状態をモニタし、論理ノードBを介して論理を図2(c)へと進ませ、自動車が作動されたときには維持工程を終了させる。自動車が作動されない限り、論理は決定ブロック268のNO出力から出て、現在の時点での補助電池36の電圧と図2(a)のブロック221について述べたようにメモリにストアされた維持工程を開始する前の値を比較する、決定ブロック270へと進む。補助電池36の電圧が維持開始以前の当初の値以上にならない限り、論理は決定ブロック270のNO出力から出て、最大充電時間を確立するのを補助する、次の決定ブロック278へと進む。許しうる(allowable)時間間隔の満了前に、補助電池の電圧が予めストアされた値に等しくなった場合は、論理は決定ブロック270のYES出力から出て、最高電圧モジュールによる補助電池充電を中断することを示す、ブロック274に進む。補助電池の当初の充電レベルに達することは、トラクション電池から補助電池への充電が停止しなくてはならないこと、したがってトラクション電池のモジュール電圧の均等化が停止しなくてはならないことを意味する。ブロック276は、必要であればモジュールをトラクション電池に再接続することを示す。ブロック276から、論理は論理ノードEを通過して図2(e)のブロック280へと進む。

補助電池が最大容量充電に達することなくトラクション電池から補助電池への充電が進むと、図2(d)の論理は上記のように決定ブロック270のNO出力から出て、決定ブロック278に進む。ブロック278は、ブロック266に付随したカウンタのカウントと、トラクション電池のモジュールから補助電池へのエネルギーを移動させるための、選択された最大時間を示す値を比較し、論理をそのNO出力と論理パス278Nを通過してブロック264に戻らせ、充電を継続する。ブロック266に付随したカウンタが、例えば10分の、制限カウントに達したとき、論理は決定ブロック278のYES出力を出て、論理パス278Yを通過してブロック262に戻り、選択されたモジュールがまだ最高電圧モ

10

20

30

40

50

ジュールかどうかを再びチェックする。当該モジュールがいまだ最高電圧モジュールであったときには、補助電池の充電は当該モジュールから継続する。従って、ブロック 262、266、268、270、274、276、および 278 からなるループは、トラクション電池の最高電圧モジュールを選択し、補助電池から充電する。最高電圧モジュールは依然として最高電圧モジュールであるかどうか確認するために周期的に観察され、もしそうでなければ、最高電圧を有する次のモジュールが補助電池を充電するエネルギーを供給するために選択される。この工程は補助電池が当初の充電に達するまで継続し、論理は決定ブロック 270 の YES 出力から、ブロック 274 および 276 を通り論理ノード E を出て図 2 ( e ) のブロック 280 へと進む。

図 2 ( e ) の論理は自動車の非作動間隔で維持されるモジュールの数を限定する。最大容量充電と一部放電によって維持されるモジュールの数は自動車の各 OFF 期間で 1 つのモジュール、またはトラクション電池の総モジュール数以下の数、またはトラクション電池の全モジュールに限定される。(いくつかのモジュールは 1 つの自動車 OFF 期間に二度維持されることがあることから) トラクション電池のモジュール数以上の数に維持を実行することに特別な価値はないが、その数は選択することができる。論理は論理ノード E から図 2 ( e ) のブロック 280 に達する。ブロック 280 は予め 0 に初期化されたカウンタの数を増大させることを示す。したがって、図 2 ( a )、図 2 ( b )、図 2 ( c )、および図 2 ( d ) の論理を通して論理の第 1 の反復が行われたあと、ブロック 280 に付随するモジュールカウンタは 1 カウントとしてセットされる。ブロック 280 から、論理はモジュールカウンタの現在のカウンタと、上記したとおり 1 またはそれ以上の制限数を比較することを示す、決定ブロック 282 に進む。制限数に達していない場合、論理は決定ブロック 282 の NO 出力から出て、論理ノード D を通って、維持ログの読み出しを行い維持のための他のモジュールの選択を行うために図 2 ( a ) のブロック 218 に戻る。制限数に達した場合、論理は決定ブロック 282 の YES 出力から出て、最大容量充電および一部放電によって 1 つまたは複数のモジュールの維持のための論理プロセスを終了させる、終了ブロック 286 に達する。論理がブロック 286 に達した後に時々あることだが、幽霊 (phantom) ブロック 288 に示すように、作動が早期に実行されず論理を中断しないときには、自動車の作動が可能な状態となる。図 3 は、本発明の他の 1 つの特徴による、自動車作動中に図 1 のトラクション電池のモジュールの充電平衡を実行するための論理フローを示す簡略化したフローチャートである。本発明のこの特徴によれば、高い充電電流を示すために選択された電流レベルで充電を行っている間のモジュール充電電圧のランキングを示す「高」リストが作成され、高い放電電流で放電を行っている間のモジュール放電電圧のランキングを示す「低」リストが作成される。高充電電流の一例としては 550 ボルトのトラクション電池に対して 50 アンペアであり、高放電電流は高充電電流に同じ電流値であってもよく、また異なる値であってもよい。通常、モジュールは同じ特性を有することが望ましい。図 4 はトラクション電池の複数の同じモジュールの充電および放電特性に対する負荷電圧のプロットである。図 4 に示されるとおり、直線 410 a、410 b、410 c、および 410 d で示されるモジュールは高電流および低電流でわずかに異なる電圧を有するが、直線の傾斜で示されるそれらの静止 (static: スタティック) 内部インピーダンスはほぼ等しい。図 4 のプロットでのそれらの位置は電圧のランキングを示す。点 412 a における最大 (MAX) 充電電流と直線 410 a の交差で示されるように、直線 410 a で示されるモジュールは最高充電電圧を有する。同様に、点 412 d で示唆されるように、直線 410 d で示されるモジュールは最低充電電圧を有する。充電電流によるモジュールのランキングは、単にモジュールを最大充電電流との交差における値によってリスト化したものである。同様に、直線 410 a、410 b、410 c、および 410 d と最大 (MAX) 放電電流線との交差は、選択された放電電流におけるさまざまなモジュールの電圧を示す。電圧は最大充電電流と同様の方法で分配される。放電電流は同様の方法でランク付けされる。図 4 に示されるモジュール電圧差はモジュール間の不可避的な差の結果であり、異なる経年反応を示す可能性がある。図 4 のドット・ダッシュ (dot-dash) 線 414 は、直線 410 により示されるモジュールより高い内部インピーダン

10

20

30

40

50

スを有するモジュールを示している。図示されるように、直線 4 1 4 は直線 4 1 0 a で示されるモジュールとほぼ同じ高電圧を有し、直線 4 1 0 d で示されるモジュールとほぼ同じ低電圧を有する。直線 4 1 4 で示される反応は、切れている ( failing ) または切れてしまった ( has failed ) モジュールを示すものと考えられる。このようなモジュールは他のモジュールと直列接続されているとき、自動車の燃費を悪くする傾向がある。なぜなら、その比較的高い電圧は再充電したときにトラクション電池を通して印加される電流を制限し、モジュールに損傷を与えるのを避けるために充電電流を制限する電子制御が、「不良」モジュールを保母しようとして、トラクション電池の充電電流全体を制限することがあるためである。従って、「不良」モジュールの存在は、与えられた時間内でトラクション電池が吸収できるエネルギー量を低減する傾向があり、それは激しい制動によるエネルギーの回生が「不良」モジュールが無い場合に比べてより不完全になるかもしれないことを意味する。同様に、加速中、エネルギーがトラクション電池からトラクション・モータに移動されたときに、「不良」モジュールの高い内部インピーダンスは、正電圧 ( forward voltage ) の一部を打ち消す傾向のある逆電圧 ( back voltage ) 成分を生成し、それは与えられた時間内にトラクション電池から移動されたエネルギー量を制限する傾向がある。従って、「不良」モジュールの存在は回生量を低減し、またトラクション・モータに使用できるエネルギー量を低減する傾向があり、どちらも燃費の悪化につながる。このため、燃費を回復するために交換できるようにかかるモジュールを同定することが望ましい。図 3 ( a ) に伴う論理は、かかる「不良」モジュールを同定するのを助けるのに加えて、モジュールの電圧を均等化するようにモジュール間のエネルギーをシャッフル ( shuffle ) し、それにより制動中および補助電池 ( 図 1 のディーゼル - 電気一部 ) からの充電中の回生量が最大化され、最大限のエネルギーがトラクション・モータに供給される。図 3 ( a ) の論理は、ハイブリッド電気自動車の作動中に開始 ( START ) ブロック 3 1 0 から開始する。論理は、開始ブロック 3 1 0 から、トラクション電池の放電が所定のレベル、例えば 5 0 アンペアを超えていないか、放電リストが作成されていないかを検討する、決定ブロック 3 1 2 に進む。放電電流が高く、リストがすでに作成されている場合は、論理は決定ブロック 3 1 2 の NO 出力から出てパス 3 1 2 N を通り、次の決定ブロック 3 1 8 へ進む。放電電流が高く、リストが作成されていない場合は、論理は決定ブロック 3 1 2 の YES 出力から出て、次の決定ブロック 3 1 4 へ進む。ブロック 3 1 4 は、現時点でのトラクション電池モジュール電圧 VMOD-DIS を検知し、電圧をストアし、電圧を最小から最大までランク付けする放電リストを作成するために電圧を分類することを示す。ブロック 3 1 4 から、論理は、この放電サイクルのために放電平均電圧 VAVG\_DIS を生成するために、トラクション電池モジュール放電電圧の全てを平均化することを示す、ブロック 3 1 6 に進む。これにより放電リストの作成が完成する。ブロック 3 1 6 から、または論理パス 3 2 2 N を介して直接ブロック 3 1 2 から、論理は決定ブロック 3 1 8 に達する。決定ブロック 3 1 8 は、トラクション電池が選択された高電流で充電されているか、充電リストが作成されていないかを判断する。高充電電流が存在し、充電リストがすでに作成されている場合は、論理は決定ブロック 3 1 8 の NO 出力から出て論理パス 3 1 8 N を通り、決定ブロック 3 2 4 へ進む。充電電流が高く、充電リストが作成されていない場合は、論理は決定ブロック 3 1 8 の YES 出力から出て、次の決定ブロック 3 2 0 へ進む。ブロック 3 2 0 は、充電中のトラクション電池モジュール電圧 VMOD\_CHG を検知し、検知された電圧をストアし、充電リストを作成するためにストアされた電圧をランク付けことを示す。ブロック 3 2 0 から、論理は、この充電サイクルのために平均トラクション電池電圧 VAVG\_CHG を計算することを示す、ブロック 3 2 2 に進む。これにより充電リストと充電平均の作成が完成する。ブロック 3 2 2 から、または論理パス 3 1 8 N を介して直接ブロック 3 1 8 から、論理は決定ブロック 3 2 4 に達する。決定ブロック 3 2 4 は単に充電リストと放電リストの両方が作成されたかどうかを判断し、リストが作成されていれば論理を次の工程に進ませ、両方が作成されていないときには論理をブロック 3 1 0 に戻しループさせる。

図 3 ( a ) のブロック 3 2 4 から、論理は、論理ノード A を介して、充電リストから最高

10

20

30

40

50

電圧を選ぶまたは選択することを示す、ブロック 3 2 6 へと進む。この選択は直線 4 1 4 に対応するモジュール（「不良」モジュール）を選択することに対応する。不良モジュールがない場合は、直線 4 1 0 a に対応するモジュールを選択することに対応する。ブロック 3 2 6 から、論理は、ブロック 3 2 6 により選択された最高電圧モジュールが欠陥もしくは「不良」モジュールであるかどうか判断する、一連の 3 つの決定ブロック 3 2 8、3 3 0、および 3 3 2 に進む。決定ブロック 3 2 8 は、最高電圧モジュールの充電電圧とモジュールの平均充電電圧の差（ $V_{MOD\_CHG}$ ） - （ $V_{CHG\_AVG}$ ）をしきい値電圧と比較する。例えば、1.4 ボルト - 平均 1.3 ボルト = しきい値 1 ボルトである。このしきい値の選択により、1 ボルト以上の充電差を有する最高電圧モジュールはどれも欠陥モジュールの特徴を有するものと判断してもよい。しかし、ブロック 3 2 6 で選択された最高電圧モジュールが欠陥モジュールかどうかの決定は、欠陥モジュールの 3 つの特徴すべてを有したときになされる。その差（ $V_{MOD\_CHG}$ ） - （ $V_{CHG\_AVG}$ ）が小さく基準値を超えない場合は、モジュールは欠陥でないといみなされ、論理は決定ブロック 3 2 8 の NO 出力からでて、ブロック 3 3 6 へ直接進む。差（ $V_{MOD\_CHG}$ ） - （ $V_{CHG\_AVG}$ ）がしきい値を超えた場合は、その値にかかわらず、論理は決定ブロック 3 2 8 の YES 出力からでて、次の決定ブロック 3 3 0 へ直接進む。決定ブロック 3 3 0 は、しきい値をモジュールの平均放電電圧  $V_{DIS\_AVG}$  と決定ブロック 3 2 6 で選択された最高電圧モジュールの放電電圧  $V_{MOD\_DIS}$  の差と比較する。平均より顕著に低い放電電圧は欠陥モジュールの特徴である。その差（ $V_{DIS\_AVG}$ ） - （ $V_{MOD\_DIS}$ ）がしきい値、例えば 1 ボルト、より大きくない場合は、最高電圧モジュールは欠陥でないといみなされ、論理は決定ブロック 3 3 0 の NO 出力からでて、ブロック 3 3 6 に達する。一方、最高電圧モジュールの充電電圧差が選択されたしきい値より大きい場合は、その値にかかわらず、論理は決定ブロック 3 3 0 の YES 出力からでて、決定ブロック 3 3 2 に達する。決定ブロック 3 3 2 は充電リストのランキングにおける特定のトラクションモジュールの位置を検討し、問題のモジュールがリストの選択された一部、たとえば充電リストの下 3 分の 1、の範囲内である充電値を有しているときは、モジュールに欠陥があるとみなす。検討されているモジュールのランキングがリストの選択された一部以上である場合は、モジュールに欠陥があるとみなされず、論理は決定ブロック 3 3 2 の NO 出力からでて、ブロック 3 3 6 に達する。一方、問題のモジュールのランキングが充電リストの選択された下部の範囲内であるかどうかという基準を含む、3 つの基準全てに問題のモジュールが失敗した場合、論理は決定ブロック 3 3 2 の YES 出力からでて、交換を要するモジュールのリストに当該モジュールを記録することを示す、ブロック 3 3 4 に達する。ブロック 3 3 4 から、または決定ブロック 3 2 8、3 3 0、もしくは 3 3 2 のいずれか 1 つの NO 出力から出て、論理はブロック 3 3 6 に達する。

図 3 (b) のブロック 3 3 6 は図 4 のプロット 4 1 0 d に対応する、もしくは「不良」モジュールが存在する場合にはプロット 4 1 4 に対応する、放電リスト中のモジュールから最低電圧モジュールを選択することを示す。図 3 (b) のブロック 3 3 6 は、論理は論理ノード B を通り、放電リストから選択された最低電圧モジュールが「不良」分子（モジュール）であるかどうか判断する、図 3 (c) の一連の 3 つの決定ブロック 3 3 8、3 4 0、および 3 4 2 に進む。一般に、不良分子（モジュール）は平均充電電圧より顕著に高い充電電圧、平均放電電圧より顕著に低い放電電圧、および充電リストの上部、この場合は上 3 分の 1 として選択された範囲内の充電電圧を有する。特に、決定ブロック 3 3 8 は、放電リストから選択された最低電圧モジュールの充電電圧と他のモジュールの平均充電電圧の差（ $V_{MOD\_CHG}$ ） - （ $V_{CHG\_AVG}$ ）をしきい値電圧と比較する。その差がしきい値より小さい場合は、モジュールは良（good）といみなされ、論理は決定ブロック 3 3 8 の NO 出力からでて、論理パス 3 3 8 N から決定ブロック 3 4 6 へ進む。決定ブロック 3 3 8 で感知された差がしきい値を超えた場合は、不良モジュールの 1 つの指標として判断され、論理は決定ブロック 3 3 8 の YES 出力からでて、次の決定ブロック 3 4 0 へ進む。決定ブロック 3 4 0 は、モジュールの平均放電電圧と放電リストから選択された最低電圧モジュールの放電電圧の差（ $V_{DIS\_AVG}$ ） - （ $V_{MOD\_DIS}$ ）を求め、その差としきい値と比較する。その差がしきい値を超えない場合は、電圧モジュールは良といみなされ、論理は決定

10

20

30

40

50

ブロック 3 4 0 の N O 出力からでて、パス 3 3 8 N を介してブロック 3 4 6 に達する。その差がしきい値より超えた場合は、不良モジュールの 1 つの指標として判断され、論理は決定ブロック 3 4 0 の Y E S 出力からでて、決定ブロック 3 4 2 に達する。決定ブロック 3 4 2 は放電リスト上の選択された最低電圧モジュールの充電電圧を充電リストの他のモジュールの充電電圧と比較し、それが上部、例えば充電リストの上 3 分の 1、にある場合にはモジュールは不良モジュールの 1 つの指標を有するとみなす。選択されたモジュールが充電リストの上 3 分の 1 の範囲外であれば、モジュールは良とみなされ、論理は決定ブロック 3 4 2 の N O 出力からでて、ブロック 3 4 6 に達する。一方、選択されたモジュールが充電リストの上 3 分の 1 の範囲内であれば、不良モジュールの 1 つの指標とみなされ、不良モジュールの 3 指標の連鎖を示すものとして、論理は決定ブロック 3 4 2 の Y E S 出力から出る。決定ブロック 3 4 2 の Y E S 出力からでて、論理は、交換を要する不良モジュールの記録に当該モジュールをリストにいれることを示すブロック 3 4 4 に進む。一般に、不良モジュールは、このように同定される。

通常、図 3 ( c ) および図 3 ( d ) の論理は最低電圧モジュールから最高電圧モジュールまで充電する。図 3 ( c ) のブロック 3 4 6、3 4 8、3 5 0 および 3 5 2 は、特定のモジュールが充電リストの最高位、および放電リストの最低位の両方であり（従って欠陥であると思われる）状況を考慮する。従って、最低電圧モジュールは、最高電圧モジュールから最終的に引き出されたエネルギーによって充電できない（最低電圧モジュールの実際の充電は補助電池のエネルギーにより行われる）。なぜならそれらは 1 つの同じモジュールだからである。特に図 3 ( c ) の決定ブロック 3 4 6 は最高電圧モジュールの同一性と最低電圧モジュールの同一性を比較して、両者が同一でなければ、論理は決定ブロック 3 4 6 の N O 出力から出て、論理ノード C から図 3 ( d ) のブロック 3 5 4 へと進む。一方、最高電圧モジュールが最低電圧モジュールでもあることを、決定ブロック 3 4 6 が発見すれば、これは不良モジュールの 1 つの指標とみなされ、論理は決定ブロック 3 4 6 の Y E S 出力から出る。決定ブロック 3 4 6 の Y E S 出力から、論理は決定ブロック 3 4 8 に進む。決定ブロック 3 4 8 は、同じモジュールが高モジュールであり低モジュールであるという状況から何らかの意味を導き出そうと試みる。モジュールが不良である可能性はあるが、現時点ではトラクション電池の中にあり、不良と推定されるモジュールを用いて、現在の状況でトラクション電池の条件を最適化しなくてはならない。図 4 において、プロット 4 1 4 は高モジュールと低モジュールの両方であるモジュールの特徴を示す。しかし、大括弧 4 1 6 a で示される、高数値 4 1 4 a と他のモジュールの平均の高数値 4 1 8 a の差は、大括弧 4 1 6 b で示される、モジュールの低電圧 4 1 4 b と全てのモジュールの平均低電圧 4 1 8 b より大きいことに注目されたい。

一般に、大括弧 4 1 6 a または 4 1 6 b のうち 1 つが大きくなるのは、換言すれば高差異または低差異が大きくなることを意味する。トラクション電池容量を最大限にするために、大括弧によって示される差を均等化しようとする試みを意味あるものとする。この目的のために、決定ブロック 3 4 8 は、選択されたモジュールの充電電圧と平均充電電圧の差（ $V_{MOD\_CHG} - V_{CHG\_AVG}$ ）を求め、選択されたモジュールの放電電圧と平均放電電圧の差（ $V_{DIS\_AVG} - V_{MOD\_DIS}$ ）と比較する。大括弧 4 1 6 a で示される「上の」差が、大括弧 4 1 6 b で示される「下の」差より大きければ、論理は決定ブロック 3 4 8 の Y E S 出力から出て、放電のためのモジュールを同定するフラッグを設定することを示す、ブロック 3 5 2 に達する。一方、大括弧 4 1 6 b で示される「下の」差の方が大きければ、論理は決定ブロック 3 4 8 の N O 出力から出て、ブロック 3 5 0 へと進む。ブロック 3 5 0 は、充電のためのフラッグを設定する。ブロック 3 5 0 またはブロック 3 5 2 から、論理は図 3 ( d ) の決定ブロック 3 5 4 へと進む。

明確に図示されてはいないが追加の考慮としては、論理が決定ブロックの Y E S 出力から出たとき、同じブロックが最高および最低であることを決定して、この特定の欠陥モジュールが充電または放電されるべきことを決定し、2 番目に高いモジュールおよび 2 番目に低いモジュールをそれぞれ特定することが必要であり、それらはそれぞれ充電のためのエネルギー源または放電槽となる。上記のとおり、トラクション電池のモジュールの全ての

10

20

30

40

50

充電および放電は、媒介として補助電池（またはその他の電池）を使用して実行される。図3（d）の論理は通常、以上のように決定されたまたは与えられた電圧差をそれらが顕著かどうか、充電と放電の次のステップが実際にモジュール電圧の均等化に必要かどうかを見るために評価をする。換言すれば、現在存在する論理の前段階で差が発見されているが、なんらかの行動を保証しなくてもよい程度にそれらが小さいかもしれず、図3（d）の論理はこれを決定するものである。特に、図3（d）の決定ブロック354は、図4の大括弧416bで示される低電圧差 $V_{DIS\_AVG} - V_{MOD\_DIS}$ をしきい値と比較し、もし低電圧差416bがしきい値より小さければ、論理は決定ブロック354のNO出力から出る。これは、何の行動も起こす必要がないことを示し、論理はブロック354のNO出力から出て、論理パス354Nを介して次の決定ブロック360へと進む。一方、低電圧差416bしきい値を超えれば、何らかの行動が必要であるというしるしであり、論理は次の決定ブロック356に進む。決定ブロック356は、ブロック352で設定され、設定されたときにはモジュールの放電のみが望ましいということを示す、放電フラッグの状態を検討する。放電フラッグが設定されていれば、論理は決定ブロック356のNO出力から出て、決定ブロック360に進む。一方、放電フラッグが設定されていなければ、モジュールを充電してもよいことを示し、論理はブロック356のYES出力から出て、ブロック358に進む。ブロック358は補助電池から最低電圧モジュールを充電することを示す。ブロック358から、論理は決定ブロック360へと進む。

10

図3（d）の決定ブロック360は、図4の大括弧416aで示される上の電圧差をしきい値と比較する。電圧差がしきい値より小さければ、何の行動も起こす必要がないことを示し、論理は決定ブロック360のNO出力から出て、論理ノードDを介して図3（e）の決定ブロック374へと進む。一方、高電圧差416aがしきい値を超えれば、論理は決定ブロック360のYES出力から出て、次の決定ブロック362に進む。決定ブロック362は、図3（c）のブロック350で設定されたかもしれない充電フラッグの状態を検討し、充電フラッグが設定されていれば、論理はYES出力とノードDを介して図3（e）の決定ブロック374へとまわる。フラッグが設定されていなければ、モジュールを放電してもよいので、論理は決定ブロック362のNO出力から出て、問題のモジュールから補助電池へ充電することを示す決定ブロック364に進む。ブロック360、362、および364のいずれか1つから、論理は図3（e）のブロック374へと進む。

20

図3（e）の論理は、図3（a）、図3（b）、図3（c）、および図3（d）の論理により分析された電圧均等化を実際に指令する。特に、図3（e）の決定ブロック374は均等化が開始されたかどうかを判断し、開始されていれば、論理をYES出力から論理パス374Yを通して、図5を参照して記載されている最終均等化工程の開始を示すブロック376へとまわらせる。一方、前段階の論理によって均等化が要求されていない場合には、図3（a）、図3（b）、図3（c）、および図3（d）で実行された評価は、図3（a）の開始ブロック310に戻ることで、再度開始される。最終的に、図3（a）、図3（b）、図3（c）、および図3（d）での論理は均等化が要求されていることを決定し、均等化を実行する。均等化が開始された後に論理が図3（e）に戻ったときに、図3（e）の論理は最終均等化工程を開始する。

30

図5の論理はトラクション電池モジュール維持の最終工程、すなわちモジュール電圧の均等化を実行する。論理は図3（e）のブロック376から開始ブロック510に達する。図5の開始ブロック510から、論理は決定ブロック512に進む。決定ブロック512は最低電圧モジュールが現在充電されているか、およびトラクション電池からの放電電流は特定の値、特定の例としては50アンペア、を超えているか、の両方を判断する。モジュール充電装置が、トラクション電池の最大充電および放電電流よりかなり低い電流でモジュールを充電することができるという過程がなされていることに注目することは有用である。換言すれば、トラクション電池が50アンペアで放電され、モジュール充電装置に最高10アンペアの性能があれば、例えば、モジュールは充電装置が10アンペア供給することで充電されるが、モジュールはトラクション電池の50アンペア放電によりネット（net：純）で40アンペアの放電をすることになる。最低電圧モジュールが充電されな

40

50

いまたはトラクション電池放電が設定された量（例えば50アンペア）を超えなければ、論理は決定ブロック512のNO出力から出て、論理パス512Nを介して決定ブロック518へと進む。トラクション電池放電電流が50アンペアを超えて、最低電圧モジュールが充電されれば（実際には純充電量である）、論理は決定ブロック512のYES出力から出て、ブロック514に進む。ブロック514はこのサイクルのための平均トラクション電池モジュール放電電圧VDIS\_AVGを決定することを示す。ブロック514から、論理は、平均モジュール放電電圧VDIS\_AVGと充電されているモジュールの（純）放電電圧VMOD\_DISの差（VDIS\_AVG）-（VMOD\_DIS）を決定し、その差としきい値を比較する、決定ブロック516へと進む。これにより、実際の作動条件に非常に近い条件で行われた測定が電圧均等を示すまで、モジュール電圧を均等化するための充電工程を継続すること

を可能にする測定基準をもたらす。電圧測定に関しては、電圧測定は通常温度変化および充電または放電電流の両方について補償され、この測定において、平均内部インピーダンスは全てのモジュールに印加しうると推定されることに注目されたい。現在の充電モジュール電圧が平均モジュール放電電圧のしきい値の範囲内であれば、電圧均等化工程は終了したとみなされ、論理は決定ブロック516のYES出力から出て、充電および放電の副工程（sub procedure）を停止することを示す、ブロック524に進む。高モジュールまたは低モジュールのうち1つが平均値の特定の許容範囲内になったとき、高モジュールから低モジュールへの放電を停止する決定は、ブロック524が示すように、その時点で許容範囲内でないモジュールの1つが無視されていることを示すものではない。それよりも、処理されている2つのうち1つが許容範囲内になったとき停止する決定は、どのモジュールが現在最高および最低であるかを新たに決定すること、および補正を継続するために、論理が図3（a）のブロック310から再スタートすることを可能にする。最低電圧モジュールの充電が、モジュールを平均モジュール放電電圧のしきい値内にしないときは、論理は図5の決定ブロック516のNO出力から出て、決定ブロック518へと進む。決定ブロック518は充電リストの最高電圧モジュールが充電電流と同時に、例えば50アンペア以上でトラクション電池へと放電されているかどうかを決定することを示す。もしそうでなければ、論理は決定ブロック518のNO出力から出て、論理パス518Nを介して開始ブロック510に戻る。一方、2つの条件が現在満たされていれば、論理は決定ブロック518のYES出力から出て、ブロック520へと進む。ブロック520は、この充電サイクルのための平均トラクション電池モジュール電圧VCHG\_AVGを計算すること

を示す。ブロック520から、論理は、充電リストの最高電圧モジュールの充電電圧（トラクション電池が50アンペアで充電されている一方で充電電流は例えば10アンペアしかないので、純充電であることを思い出されたい）と他のモジュールの平均充電電圧VMOD\_CHGの差と、しきい値を比較することを示す。その差がしきい値より小さい場合は、モジュール電圧均等化工程は終了したものとみなされ、論理は決定ブロック522のYES出力から出て、ブロック524へ進む。一方、その差がしきい値より小さくなかった場合は、論理は決定ブロック522のNO出力から出て、パス522Nを介して開始ブロック510に戻る。図6は、複数のモジュールからなるトラクション電池および、モジュール対が、低電圧モジュールの充電を高電圧モジュールの放電と同時に実行するために、磁氣的に絶縁した直流-直流変換器によりどのように相互接続されているかを示す簡略化したブロック図である。図6の制御ブロック16は、第1の直流-直流変換器16c1を低モジュール22cに、第2の直流-直流変換器16c2を高モジュール22（n-1）に相互接続するように、配列されたスイッチ（別には図示されていない）を有する。変換器の両方もが補助電池36をはさんで結合されている。各変換器16c1および16c2における変圧器の記号で示唆されるように、変換器は、公知の方法で、磁氣的結合により互いに電氣的に絶縁された入力および出力端子を有する。図示された変換器の接続により、エネルギーは高モジュール22（n-1）から変換器16c2を介して結合し、変換器16c1の端子と並列に補助電池36を構成する負荷に印加することができる。変換器16c1は低モジュールを充電するが、その電流は高モジュール22（n-1）の放電により生成された電流と等しくても等しくなくてもよい。変換器16c2を出る電流と同

10

20

30

40

50

時に変換器 16c1 に入る電流の間の差は、補助電池 36 の充電または放電をもたらす。本発明のその他の実施例は当業者にとって明らかである。例えば、トラクション電池は「正」電圧を生成するとして示されているが、適切な制御をなすことで、容易に逆に接続することができる。その際、タップ 20a, 20b, 20c, . . . 20n はモジュールの負の端子となる。図 1 のモジュール 22a, 22b, 22c, . . . 22n は 2 つの直列接続された 12 ボルト電池からなるものとして図示されているが、それ以外の数の電池によるモジュールが使用されてもよいし、単一の 12 ボルト電池モジュールによれば制御部が簡略化される。電子装置を生かしたままにして、エンジンをスタートさせるために補助電池 36 を使用することが図 1 に関して述べられているが、補助電池は、ライトやラジオなどに使用され、トラクションには使用されない通常の自動車の点火電池でもよい。補助電池は自動車において上記したようにモジュール間のエネルギーを混合する手段を提供すること以外の目的で使用されてもよいが、もし必要であれば、このようなエネルギーバスを提供する以外の自動車の機能から、補助電池は完全に独立してもよい。モジュールの充電は、一定の電流により、電流傾斜により、またはモジュールの充電状態により制御される段階がある段階的な (stepped) 電流により達成されてもよい。最大容量充電と一部充電状態の決定は電圧検知により実行されると述べられているが、電池の分野の当業者は、充電状態を決定するために他の基準を用いてもよいということを知っている。この基準は電圧、内部インピーダンス、またはモジュール温度を含むもので、決定はこれらのうち 1 つまたは組み合わせによってなされてもよい。実施例に固有のさまざまな考慮、例えばトラクション電池のモジュールの容量、に依存するので、しきい値は「決定されるもの」(TBD) として図に示されている。単一のトラクション・モータが述べられているが、発明はトラクション・モータの数に依存しない。その数は 2 (2 つの駆動車輪のそれぞれに 1 つ)、または 4 (各車輪に 1 つ)、またはそれ以外の数でもよい。

本発明の方法はハイブリッド電気自動車トラクション電池に文脈で述べられているが、他の文脈、たとえば電話交換または通信システムのバックアップ電池として用いられてもよい。

したがって、本発明の方法によれば、原則として、外部の充電電源に自動車を接続することなく、ハイブリッド電気自動車のトラクション電池を維持することが可能になる。本発明の方法によれば、ハイブリッド電気自動車 (10) のトラクション電池 (18) の少なくとも一部 (22a, 22b . . . , 22N などの 1 モジュール) を充電する。前記自動車 (10) は作動中、前記自動車に動力を供給するための放電値を超えることもある一定の値で前記トラクション電池 (18) を充電する。前記トラクション電池 (18) は複数のモジュール (22a, 22b . . . , 22N) からなる。それぞれのモジュール (22a, 22b . . . , 22N) は最大充電されたときに公称電圧を有し、過充電されたときに、ガス化により、劣化する性質を有する。前記トラクション電池 (18) のそれぞれのモジュール (22a, 22b . . . , 22N) は、急速最大容量再充電をせずに放電したときに充電容量が減少する性質を有する。モジュール維持方法は、トラクション電池 (18) の少なくとも 1 つのモジュール (ブロック 218, 219 で選択されたモジュール) を最大容量充電する (222, 224, 226) が、電池 (18) のすべてのモジュールは最大容量充電せず、前記充電されたモジュール (221, 240, 242, 246) は意図的に一部放電するが、前記残りのモジュールは放電しない工程からなる回帰的工程からなる。自動車 (10) はこのようにして作動されうる (228)。

本発明の 1 つの実施例において、トラクション電池 (18) は 1 つまたは複数の鉛蓄電池からなる。

本発明の他の 1 つの実施例において、前記少なくとも 1 つのモジュールを一部放電する前記工程 (221, 240, 242, 246) が、前記充電を行う工程 (221) に先立ち、問題のモジュールの充電状態を決定する工程と、一時的メモリストアに前記充電電圧を表示するものをストアする工程からなる。最大容量充電にあとで、モジュールはその電圧が一時的メモリストアにストアされた電流値と等しくなるまで放電される (240, 242, 244)。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 はハイブリッド電気自動車の動力部および制御部の高度に簡略化したブロック図である。

【図 2】図 2 ( a ) ~ 図 2 ( e ) は、本発明の 1 つの特徴における、電池モジュールの充電容量を維持するために、ハイブリッド電気自動車を作動されていない状態の間に、図 1 の構成のトラクション電池モジュールの充電状態を制御する工程の論理フローをしめす簡略化したフローチャートである。

【図 3】図 3 ( a ) ~ 図 3 ( e ) は、本発明の 1 つの特徴における、電池モジュールをさまざまな条件下でそれらの電圧をランクづけして評価し、不良モジュールを同定し、モジュール電圧が均等になるようにモジュール間のエネルギーを混合 ( shuffle ) する工程の論理フローをしめす簡略化したフローチャートである。

10

【図 4】図 4 は、不良モジュールがどのように正常モジュールと異なっているかを理解するための、モジュール電圧とモジュール電流の関係を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、モジュール電圧が均等にし、ハイブリッド電気自動車の燃費を最大化するようにトラクション電池モジュール間のエネルギーを混合 ( shuffle ) する工程の論理フローをしめす簡略化したフローチャートである。

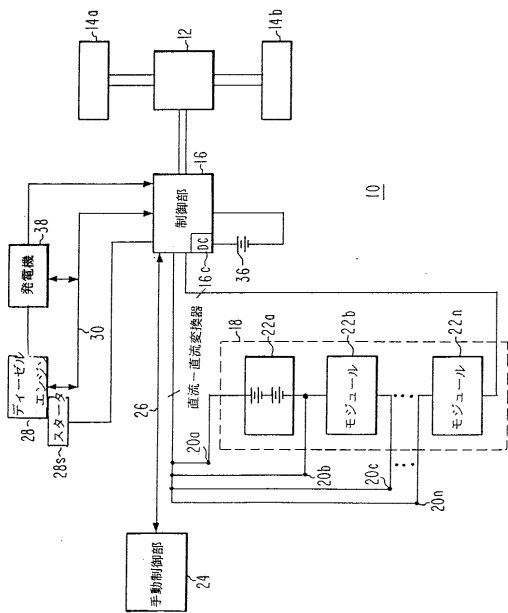
## 【符号の説明】

- 1 0 ハイブリッド電気自動車
- 1 2 トラクション・モータ
- 1 4 車輪
- 1 6 エネルギー制御部
- 1 6 c 直流 - 直流変換器
- 1 8 トラクション電池
- 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , . . . 2 0 n タップ
- 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , . . . 2 2 n モジュール
- 2 4 手動制御部
- 2 6 バス
- 2 8 ディーゼルエンジン
- 2 8 s エンジンスタータ
- 3 0 バス
- 3 2 発電機
- 3 6 1 2 ボルト電池

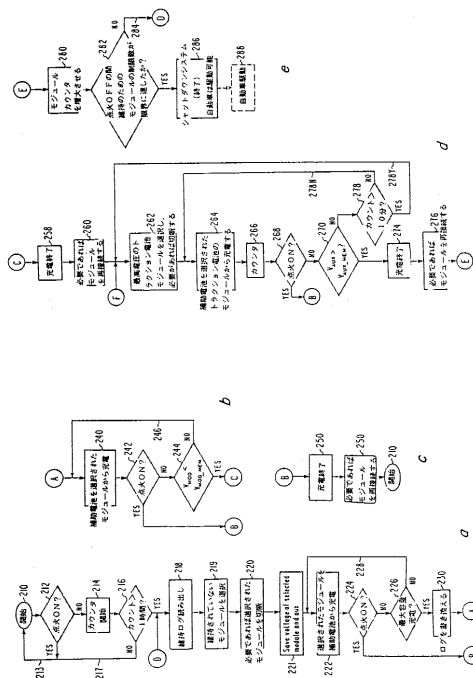
20

30

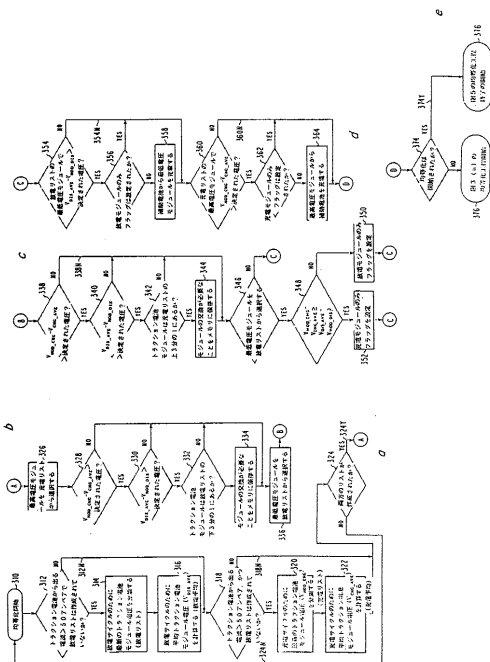
【図 1】



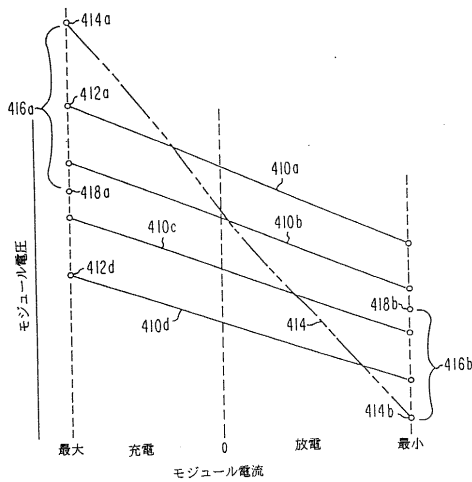
【図 2】



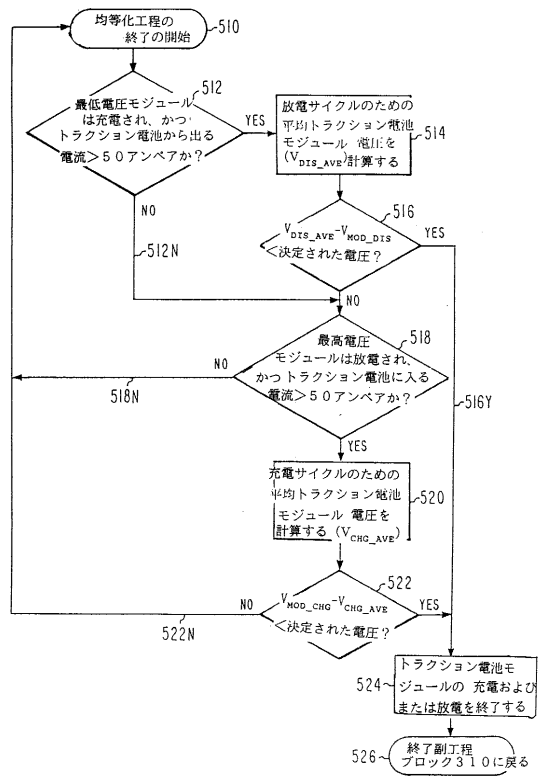
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
<b>B 6 0 L</b>	<b>11/18</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 0 1 R</b>	<b>19/165</b>	<b>M</b>
<b>G 0 1 R</b>	<b>19/165</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H 0 1 M</b>	<b>10/44</b>	<b>P</b>
<b>H 0 1 M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H 0 2 J</b>	<b>7/00</b>	<b>P</b>
<b>H 0 2 J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>			

(72)発明者 ティモシー マイケル グリュウ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 3 7 6 0、エンディコット、ラグナ ドライブ 2 6 1 6

審査官 山村 和人

(56)参考文献 特開平06 - 296302 (JP, A)  
 特開平09 - 117067 (JP, A)  
 米国特許第05285862 (US, A)  
 米国特許第05635815 (US, A)  
 西独国特許出願公開第02928503

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 11/12  
 B60K 6/46  
 B60L 3/00  
 B60L 11/18  
 B60W 10/26  
 B60W 20/00  
 G01R 19/165  
 H01M 10/44  
 H02J 7/00