

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5889750号
(P5889750)

(45) 発行日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)

(24) 登録日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/02 (2016. 01)

H O 2 J 7/02 F

H O 2 J 7/34 (2006. 01)

H O 2 J 7/34 B

B 6 O R 16/04 (2006. 01)

B 6 O R 16/04 W

請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-178438 (P2012-178438)
 (22) 出願日 平成24年8月10日 (2012. 8. 10)
 (65) 公開番号 特開2014-36557 (P2014-36557A)
 (43) 公開日 平成26年2月24日 (2014. 2. 24)
 審査請求日 平成27年5月7日 (2015. 5. 7)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
 (74) 代理人 100121821
 弁理士 山田 強
 (74) 代理人 100155789
 弁理士 栗田 恭成
 (74) 代理人 100139480
 弁理士 日野 京子
 (74) 代理人 100125575
 弁理士 松田 洋
 (73) 特許権者 000002082
 スズキ株式会社
 静岡県浜松市南区高塚町 3 0 0 番地

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機 (1 1) と、

前記発電機に対してそれぞれ並列に接続される第 1 蓄電池 (1 2) 及び第 2 蓄電池 (1 3) と、

これら両蓄電池を電氣的に接続する接続線 (1 8) に設けられ、前記第 1 蓄電池及び前記発電機と前記第 2 蓄電池との導通及び遮断を切り替える接続スイッチ (2 1) と、を備え、車両の減速時に前記発電機による回生発電を実施する車両用電源システムにおいて、

前記第 1 蓄電池の端子電圧が、前記第 2 蓄電池の端子電圧よりも高い電圧とされており

10

、前記発電機による回生発電時に、前記接続スイッチを導通状態に制御して前記第 1 蓄電池及び前記第 2 蓄電池の両方に対する充電を行わせる第 1 制御手段 (3 0) と、

回生発電中における前記第 1 蓄電池の放電状態を監視する放電監視手段 (3 0) と、

回生発電中に、前記放電監視手段により監視される前記第 1 蓄電池の放電状態に基づいて、前記接続スイッチを遮断状態とする第 2 制御手段 (3 0) と、

を備えることを特徴とする車両用電源システム。

【請求項 2】

前記放電監視手段は、前記放電状態を監視する監視情報として、前記回生発電中において前記第 1 蓄電池が充電状態となりその後放電状態に移行した場合に、その放電状態での

20

放電量を算出し、

前記第 2 制御手段は、前記放電監視手段により算出された前記放電量に基づいて、前記接続スイッチを遮断状態とする請求項 1 に記載の車両用電源システム。

【請求項 3】

前記放電監視手段は、前記回生発電の開始後において前記第 1 蓄電池が充電状態である時の充電量と、前記第 1 蓄電池が充電状態から放電状態に移行した後の放電量との差分により、回生発電状態での充放電収支量を算出し、

前記第 2 制御手段は、前記算出した充放電収支量が所定の放電基準値になった場合に、前記接続スイッチを遮断状態とする請求項 2 に記載の車両用電源システム。

【請求項 4】

前記回生発電の開始時における前記第 1 蓄電池の蓄電量に基づいて、前記放電基準値を設定する手段を備える請求項 3 に記載の車両用電源システム。

【請求項 5】

前記第 2 制御手段は、前記回生発電中に前記接続スイッチが導通状態とされている場合において、車速が所定の接続禁止車速まで低下したら前記接続スイッチを遮断状態に制御するものであり、

前記回生発電の開始時における前記第 1 蓄電池の蓄電量が小さい場合に、同蓄電量が大きい場合に比べて前記接続禁止車速を大きく設定する禁止車速設定手段を備える請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の車両用電源システム。

【請求項 6】

前記禁止車速設定手段は、前記回生発電の開始時における前記第 2 蓄電池の蓄電量が小さい場合に、同蓄電量が大きい場合に比べて前記接続禁止車速を小さく設定する請求項 5 に記載の車両用電源システム。

【請求項 7】

前記第 1 制御手段は、前記回生発電の開始時において車速が所定の接続許可車速よりも大きい場合に、前記接続スイッチを導通状態にすることを許可するものであり、

前記回生発電の開始時における前記第 1 蓄電池の蓄電量が小さい場合に、同蓄電量が大きい場合に比べて前記接続許可車速を大きく設定する許可車速設定手段を備える請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の車両用電源システム。

【請求項 8】

前記許可車速設定手段は、前記回生発電の開始時における前記第 2 蓄電池の蓄電量が小さい場合に、同蓄電量が大きい場合に比べて前記接続許可車速を小さく設定する請求項 7 に記載の車両用電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 蓄電池及び第 2 蓄電池と、これら両蓄電池を充電する発電機とを備える車両用電源システムに関する。

【背景技術】

【0002】

車両に搭載される車両用電源システムとして、例えば鉛蓄電池（第 1 蓄電池）とリチウムイオン蓄電池（第 2 蓄電池）といった 2 つの蓄電池を用い、これら各蓄電池を使い分けながら車載の各種電気負荷に対して電力を供給する構成が知られている（例えば特許文献 1 参照）。

【0003】

具体的には、発電機及び鉛蓄電池に対して半導体スイッチよりなる接続スイッチを介してリチウムイオン蓄電池を電氣的に接続する構成としており、車両の減速に伴う発電機の回生発電時において、接続スイッチをオンとすることで、発電機からリチウムイオン蓄電池への電力供給を可能としている。また、非回生発電時において、接続スイッチをオフとすることで、接続スイッチに対してリチウムイオン蓄電池側に接続された電気負荷に、リ

10

20

30

40

50

チウムイオン蓄電池から電力を供給するようにしている。接続スイッチの制御を上記のように行うことで、回生発電時に発電された電気エネルギーを効率的に利用することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-80706号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

ここで、鉛蓄電池とリチウムイオン蓄電池とで各々の端子電圧を異なる電圧とし、鉛蓄電池の端子電圧をリチウムイオン蓄電池の端子電圧よりも高い電圧とする構成が考えられる。この構成によれば、鉛蓄電池よりもリチウムイオン蓄電池を優先的に充電することが可能となる。ただしこの場合、回生発電時において、接続スイッチをオンして鉛蓄電池とリチウムイオン蓄電池との両方に対して充電を行うと、各蓄電池における端子電圧の違いに起因して、鉛蓄電池が充電状態から放電状態に移行し、鉛蓄電池の蓄電量（残存容量）が意図せず低下することが考えられる。つまり、回生発電状態において、鉛蓄電池からリチウムイオン蓄電池への充電が行われ、鉛蓄電池の蓄電量が低下する。

【0006】

鉛蓄電池の蓄電量が低下すると、その低下分を補うべく、非回生発電時において発電機による発電を実施し、鉛蓄電池の充電を行う必要が生ずる。非回生発電時に発電機における発電を行うことで、車両の内燃機関の出力軸に対する負荷が増大し、燃費性能が低下する等の不都合が生じる。

20

【0007】

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、第1蓄電池及び第2蓄電池とこれら両蓄電池を導通及び遮断する接続スイッチとを備える電源システムにおいて、第1蓄電池及び第2蓄電池に対する充電を効率良く実施できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

30

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について説明する。

【0009】

請求項1に記載の発明では、

発電機（11）と、

前記発電機に対してそれぞれ並列に接続される第1蓄電池（12）及び第2蓄電池（13）と、

これら両蓄電池を電氣的に接続する接続線（18）に設けられ、前記第1蓄電池及び前記発電機と前記第2蓄電池との導通及び遮断を切り替える接続スイッチ（21）と、を備え、車両の減速時に前記発電機による回生発電を実施する車両用電源システムにおいて、

40

前記第1蓄電池の端子電圧が、前記第2蓄電池の端子電圧よりも高い電圧とされており、

前記発電機による回生発電時に、前記接続スイッチを導通状態に制御して前記第1蓄電池及び前記第2蓄電池の両方に対する充電を行わせる第1制御手段（30）と、

回生発電中における前記第1蓄電池の放電状態を監視する放電監視手段（30）と、

回生発電中に、前記放電監視手段により監視される前記第1蓄電池の放電状態に基づいて、前記接続スイッチを遮断状態とする第2制御手段（30）と、を備えることを特徴とする。

【0010】

回生発電時には、接続スイッチが導通状態になることで第1蓄電池と第2蓄電池との両

50

方に対して充電が行われる。ただし、これら両蓄電池は端子電圧の設定値が異なっており、第 1 蓄電池の端子電圧が第 2 蓄電池の端子電圧よりも高いため、回生発電中であっても、第 1 蓄電池が充電状態から放電状態に移行することが考えられる。例えば、車両減速に伴う回生発電時には、車速が次第に低下することで発電機の回生発電量が減少し、こうして回生発電量が減少した場合に、第 1 蓄電池が充電状態から放電状態に移行することが考えられる。そしてこれにより、回生発電中に第 1 蓄電池の蓄電量（残存容量）が意図せず減ってしまい、結果として回生発電時以外において発電機による第 1 蓄電池への充電が強えられるおそれが生じる。

【 0 0 1 1 】

この点、上記構成では、回生発電中において第 1 蓄電池の放電状態が監視され、その放電状態に基づいて接続スイッチが遮断状態とされるため、第 1 蓄電池の蓄電量が意図せず減ってしまうといった不都合を抑制できる。以上により、各蓄電池の充電を効率良く実施することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】発明の実施の形態における車載電源システムの概要を示す構成図。

【図 2】充電制御処理の手順を示すフローチャート。

【図 3】P b S O C とスイッチオン車速及びスイッチオフ車速との関係を示す図。

【図 4】P b S O C と放電許可値との関係を示す図。

【図 5】回生発電による各蓄電池の充電の様子を説明するためのタイムチャート。

【図 6】P b S O C 及び L i S O C とスイッチオフ車速との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態の電源システムは、エンジン（内燃機関）を備える車両に適用され、鉛蓄電池及びリチウムイオン蓄電池からなる 2 つの蓄電池と、これらを充電する発電機とを備えるものとなっている。まずは本システムの概要を図 1 を用いて説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 において、本電源システムはその主要な構成として、オルタネータ 1 1（発電機）と、鉛蓄電池 1 2 と、リチウムイオン蓄電池 1 3 を有する電池ユニット 1 4 とを備えている。鉛蓄電池 1 2 とリチウムイオン蓄電池 1 3 とはオルタネータ 1 1 に対して並列に接続されている。鉛蓄電池 1 2 が第 1 蓄電池に相当し、リチウムイオン蓄電池 1 3 が第 2 蓄電池に相当する。

【 0 0 1 5 】

オルタネータ 1 1 は、エンジンのクランク軸（出力軸）に連結されており、そのクランク軸の回転エネルギーにより発電する。つまり、オルタネータ 1 1 のロータがクランク軸により回転すると、ロータコイルに流れる励磁電流に応じてステータコイルに交流電流が誘起され、整流器により直流電流に変換される。そして、ロータコイルに流れる励磁電流がレギュレータにより調整されることで、発電された直流電流の電圧が設定電圧 V_{reg} となるよう調整される。オルタネータ 1 1 のレギュレータに対する制御はエンジンコントローラ 3 0 により実施される。

【 0 0 1 6 】

鉛蓄電池 1 2 は周知の汎用蓄電池である。鉛蓄電池 1 2 には、電気負荷としてスタータ 1 5 a が接続されている。鉛蓄電池 1 2 からの電力供給によりスタータ 1 5 a が駆動されることで、エンジンが始動される。また、鉛蓄電池 1 2 には、ヘッドライトやパワーウィンドウモータ等の各種の電気負荷 1 5 b が接続されている。

【 0 0 1 7 】

また、電池ユニット 1 4 において、リチウムイオン蓄電池 1 3 は、鉛蓄電池 1 2 に比べて出力密度、及びエネルギー密度の高い高密度蓄電池である。リチウムイオン蓄電池 1 3 は、複数の単電池を直列に接続してなる組電池により構成されている。ちなみに、鉛蓄電池

10

20

30

40

50

１２の蓄電容量は、リチウムイオン蓄電池１３の蓄電容量よりも大きいものとなっている。

【００１８】

電池ユニット１４には入力側端子１６と出力側端子１７とが設けられており、それら両端子を接続するようにして給電線１８が設けられている。入力側端子１６にはオルタネータ１１と鉛蓄電池１２とが接続されている。また、出力側端子１７には、リチウムイオン蓄電池１３からの電力供給先である各種の電気負荷１９が接続されている。電気負荷１９には、ナビゲーション装置やオーディオ装置など一定電流で駆動される定電流負荷が含まれる。

【００１９】

電池ユニット１４は、上記のリチウムイオン蓄電池１３以外に、ＭＯＳスイッチ２１と、ＳＭＲスイッチ２２と、これらの各スイッチのオン／オフ（導通／遮断）の切替を制御する電池コントローラ２３とを備えている。電池コントローラ２３は、ＣＰＵや各種メモリを有するマイクロコンピュータからなる周知の電子制御装置である。

【００２０】

ＭＯＳスイッチ２１は、ＭＯＳＦＥＴからなる半導体スイッチであり、入力側端子１６と出力側端子１７との間に設けられている。ＭＯＳスイッチ２１は、オルタネータ１１及び鉛蓄電池１２に対するリチウムイオン蓄電池１３の導通（オン）と遮断（オフ）とを切り替えるスイッチとして機能する。

【００２１】

また、ＳＭＲスイッチ２２は、ＭＯＳスイッチ２１と同様に、ＭＯＳＦＥＴからなる半導体スイッチにより構成されており、ＭＯＳスイッチ２１及び出力側端子１７の接続点（図のＸ１）とリチウムイオン蓄電池１３との間に設けられている。ＳＭＲスイッチ２２は、入力側端子１６と出力側端子１７とを接続する電力経路に対するリチウムイオン蓄電池１３の導通（オン）と遮断（オフ）とを切り替えるスイッチとして機能する。

【００２２】

ＳＭＲスイッチ２２は非常時用の開閉手段でもあり、非常時でない通常時には、電池コントローラ２３からのオン信号によりオン状態に保持される。そして、以下に例示する非常時に、オン信号の出力が停止されてＳＭＲスイッチ２２がオフ作動される。このＳＭＲスイッチ２２のオフ作動により、リチウムイオン蓄電池１３の過充電及び過放電の回避が図られている。例えば、オルタネータ１１に設けられたレギュレータが故障して設定電圧 V_{reg} が異常に高くなる場合には、リチウムイオン蓄電池１３が過充電の状態になることが懸念される。かかる場合にＳＭＲスイッチ２２がオフ作動される。また、オルタネータ１１の故障やＭＯＳスイッチ２１の故障によりリチウムイオン蓄電池１３への充電ができなくなる場合には、リチウムイオン蓄電池１３が過放電になることが懸念される。かかる場合にもＳＭＲスイッチ２２がオフ作動される。

【００２３】

ＭＯＳスイッチ２１及びＳＭＲスイッチ２２のオン状態・オフ状態は、電池コントローラ２３にて常時監視され、その監視結果は電池コントローラ２３から他のコントローラ３０等に対して所定時間周期で送信される。

【００２４】

オルタネータ１１での発電により生じた電力は、各種の車載電気負荷に供給されるとともに、鉛蓄電池１２及びリチウムイオン蓄電池１３に供給される。エンジンの駆動が停止してオルタネータ１１で発電が実施されていない場合には、鉛蓄電池１２及びリチウムイオン蓄電池１３から車載電気負荷に電力が供給される。鉛蓄電池１２及びリチウムイオン蓄電池１３から車載電気負荷への放電量、及びオルタネータ１１から各蓄電池１２、１３への充電量は、各蓄電池１２、１３のＳＯＣ（State of charge：満充電時の充電量に対する実際の充電量の割合）が過充放電とならない範囲（適正範囲）となるよう制御される。つまり、上記のとおり過剰な充放電とならないように、エンジンコントローラ３０により設定電圧 V_{reg} が調整されるとともに、電池コントローラ２３によりＭＯＳスイッチ

10

20

30

40

50

21の作動が制御されるようになっている。

【0025】

車両減速に伴うオルタネータ11の回生発電時には、MOSスイッチ21とSMRスイッチ22とが共にオンされることで、鉛蓄電池12とリチウムイオン蓄電池13との両方に対して充電が行われる。本実施形態では、鉛蓄電池12の端子電圧がリチウムイオン蓄電池13の端子電圧よりも高くなるようにしてこれら両端子電圧が定められている。そのため、各スイッチ21, 22がオンされて両蓄電池12, 13が互いに接続された状態では、オルタネータ11からリチウムイオン蓄電池13への充電に加え、鉛蓄電池12からリチウムイオン蓄電池13への充電も実施されるようになっている。

【0026】

エンジンコントローラ30は、車両走行中において所定の自動停止条件を満たした場合にエンジンを自動停止させ、エンジンの自動停止が実施された状態で所定の再始動条件を満たした場合にエンジンを自動で再始動させる、アイドルストップ機能を有するものとなっている。なお、自動停止条件としては、例えば車速が所定以下であること、アクセル操作量がゼロであること（又はブレーキオンであること）等が含まれる。また、エンジン再始動条件としては、例えばアクセル操作が行われたこと、ブレーキ操作が解除されたこと等が含まれる。

【0027】

上記のアイドルストップ制御においてエンジンの自動停止が行われる際には、エンジン回転速度の減少過程でリチウムイオン蓄電池13の充電（回生充電）を行うべく、電池コントローラ23によりMOSスイッチ21及びSMRスイッチ22が共にオン状態に操作される。また、エンジンの再始動時には、鉛蓄電池12とリチウムイオン蓄電池13とを電氣的に切り離れた状態で、鉛蓄電池12の電力供給によりスタータ15aを駆動させるべく、電池コントローラ23によりMOSスイッチ21がオンからオフに操作される。

【0028】

ところで、車両減速に伴う回生発電時には、MOSスイッチ21がオン状態に制御され、鉛蓄電池12とリチウムイオン蓄電池13とが両方共に充電される。この場合、車速が次第に低下することでオルタネータ11の回生発電量が減少し、こうして回生発電量が減少した場合に、鉛蓄電池12が充電状態から放電状態に移行することが考えられる。そしてこれにより、鉛蓄電池12の蓄電量（PbSOC）が意図せず減ってしまい、結果として回生発電時以外においてオルタネータ11による鉛蓄電池12への充電が強いられるおそれが生じる。またこれにより、燃費悪化が懸念される。そこで本実施形態では、回生発電中において鉛蓄電池12の放電状態を監視し、その放電状態に基づいてMOSスイッチ21をオフ（遮断）するようになっている。以下、回生発電時における各蓄電池の充放電の制御を詳述する。

【0029】

図2は、エンジンコントローラ30により実施される充電制御処理の手順を示すフローチャートである。本処理は、エンジンコントローラ30において所定の時間周期で繰り返し実施される。なお、エンジンコントローラ30に代えて、電池コントローラ23が本処理を実施することも可能である。

【0030】

図2において、ステップS11では、今現在、車両減速に伴うオルタネータ11の回生発電が実施されている状態であるか否かを判定する。このとき、ドライバによるアクセル操作の状態や車速等に応じて、回生発電状態かどうか判定される。回生発電状態であれば、ステップS12に進み、今回の処理が回生発電の開始直後の処理であるか否かを判定する。

【0031】

そして、ステップS12がYESならステップS13に進み、鉛蓄電池12の残存容量PbSOCを算出する。なお、PbSOCの算出方法は周知であり、簡単に説明すれば、鉛蓄電池12が開放状態になっている状態での開放電圧と、鉛蓄電池12の充放電状態で

10

20

30

40

50

の電流積算値とから $PbSOC$ が算出される。

【0032】

続くステップ S 1 4 では、回生発電状態で MOS スイッチ 2 1 をオンするかしないかの判定基準であるスイッチオン車速と、回生発電状態で MOS スイッチ 2 1 がオンされている場合に、その MOS スイッチ 2 1 をオフする判定基準であるスイッチオフ車速を設定する。この場合、「スイッチオン車速」は、回生発電中に鉛蓄電池 1 2 とリチウムイオン蓄電池 1 3 との両方に充電を行うのか、鉛蓄電池 1 2 にのみ充電を行うのかを判定するための車速判定値（接続許可車速）であり、回生発電の開始時における車速がスイッチオン車速以上であることを条件に、回生発電時において MOS スイッチ 2 1 がオンされるようになっている。

10

【0033】

また、「スイッチオフ車速」は、回生発電中に鉛蓄電池 1 2 とリチウムイオン蓄電池 1 3 との両方が充電されている場合において、鉛蓄電池 1 2 のみの充電に移行させるための車速判定値（接続禁止車速）であり、車速がスイッチオフ車速未満になったことを条件に、MOS スイッチ 2 1 がオンからオフに切り替えられるようになっている。

【0034】

本実施形態では、スイッチオン車速とスイッチオフ車速とを、ステップ S 1 3 で算出した $PbSOC$ （回生発電開始時の $PbSOC$ ）に基づいてそれぞれ設定することとしており、例えば図 3 の関係に基づいてスイッチオン車速とスイッチオフ車速とが設定される。図 3 では、 $PbSOC$ が小さいほど、スイッチオン車速及びスイッチオフ車速がそれぞれ大きくなるような関係が定められている。つまり、 $PbSOC$ が小さい場合には、リチウムイオン蓄電池 1 3 よりも鉛蓄電池 1 2 への充電が優先されるのが望ましく、スイッチオン車速を大きくして MOS スイッチ 2 1 がオンされにくくなるようにしている。また、 $PbSOC$ が小さい場合には、大きい場合に比べて、リチウムイオン蓄電池 1 3 への充電を早く終了するのが望ましく、スイッチオフ車速を大きくして MOS スイッチ 2 1 が早めにオフされるようにしている。

20

【0035】

その後、ステップ S 1 5 では、回生発電中において鉛蓄電池 1 2 からの放電を許可するか否かの判定基準である放電許可値を設定する。この放電許可値は、回生発電中において鉛蓄電池 1 2 の放電の継続を許可するか又は直ちに停止させるかを判定する判定値である。放電許可値は、例えば図 4 の関係に基づいて設定される。ここで、放電許可値が大きいことは、回生発電状態での鉛蓄電池 1 2 の放電量として、比較的大きな放電量が許容されることを意味する。

30

【0036】

図 4 では、 $PbSOC < A1$ である場合には、放電許可値 = 0 とされ、 $PbSOC = A2$ である場合には、放電許可値 = B とされる関係が定められている。また、 $PbSOC = A1 \sim A2$ では、 $PbSOC$ が大きいほど放電許可値が大きくなるような関係が定められている。つまり、回生発電の開始時における $PbSOC$ が小さければ、鉛蓄電池 1 2 への充電を優先すべく、放電許可値が小さい値に設定される（本実施形態では 0）。また、回生発電の開始時における $PbSOC$ が大きければ、リチウムイオン蓄電池 1 3 への充電を優先すべく、放電許可値が比較的大きな値に設定される。

40

【0037】

ステップ S 1 5 の実施後は、ステップ S 1 6 において、今現在の車速がスイッチオン車速以上であるか否かを判定する。そして、車速がスイッチオン車速であれば、ステップ S 1 7 に進んで、MOS スイッチ 2 1 をオンする。これにより、鉛蓄電池 1 2 とリチウムイオン蓄電池 1 3 との両方に対する充電が開始される。

【0038】

また、続くステップ S 1 8 では、鉛蓄電池 1 2 を流れる電流について電流積算値の算出を実施する。このとき、回生発電の開始直後であれば、初期値（= 0）から電流積算値の算出が開始される。回生発電の期間中は、電流積算値の前回値に対して今回の電流検出値

50

が加算される。電流積算値は、例えば充電時の P b 電流を正の電流、放電時の P b 電流を負の電流として、都度の電流検出値 (P b 電流) を時間積分することで算出される。ステップ S 1 8 の後、本処理を一旦終了する。

【 0 0 3 9 】

電流積算値は、回生発電の開始後において鉛蓄電池 1 2 が充電状態である時の充電量と、鉛蓄電池 1 2 が充電状態から放電状態に移行した後の放電量との差分である、充放電収支量に相当する。つまり、回生発電状態では、その開始後の充電状態で P b 充電電流の積算により「充電量」が算出され、その後の放電状態で P b 放電電流の積算により「放電量」が算出される。この場合、本実施形態では、回生発電期間を通じて 1 つの電流積算値が算出されており、結果として「充放電収支量」が算出されることとなっている。なお、ステップ S 1 5 で算出した放電許可値が「所定の放電基準値」に相当する。

10

【 0 0 4 0 】

ちなみに、回生発電の開始後において鉛蓄電池 1 2 の充電量と放電量とを別々に算出し、その差を、電流積算値 (充放電収支量) とすることも可能である。

【 0 0 4 1 】

また、ステップ S 1 6 で車速 < スイッチオン車速であれば、M O S スイッチ 2 1 をオンすることなく、本処理を終了する。なお、車速 < スイッチオン車速であり、M O S スイッチ 2 1 をオンしない場合に、電流積算値の算出を実施することも可能である。

【 0 0 4 2 】

また、ステップ S 1 2 が N O の場合、すなわち回生発電状態であって、かつ回生発電直後でない場合には、ステップ S 1 9 に進み、M O S スイッチ 2 1 がオンであるか否かを判定する。M O S スイッチ 2 1 = オンであれば、後続のステップ S 2 0 に進み、M O S スイッチ 2 1 = オフであれば、そのまま本処理を終了する。

20

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 0 では、今現在の電流積算値 (絶対値) が、放電許可値以上になったか否かを判定する。この処理は、回生発電中の鉛蓄電池 1 2 の放電量が所定量を超えたか否かを判定するものであり、鉛蓄電池 1 2 の放電時には負の電流を積算していることを考えると、負の電流積算値の絶対値が放電許可値以上になったか否かを判定するものである。また、ステップ S 2 1 では、今現在の車速がスイッチオフ車速未満になったか否かを判定する。

30

【 0 0 4 4 】

そして、電流積算値 < 放電許可値であり、かつ車速 スイッチオフ車速であれば (ステップ S 2 0 , S 2 1 が共に N O であれば) 、ステップ S 1 8 に進み、電流積算値の算出を行った後、本処理を終了する。

【 0 0 4 5 】

また、電流積算値 放電許可値であるか又は車速 < スイッチオフ車速であれば (ステップ S 2 0 , S 2 1 のいずれかが Y E S であれば) 、ステップ S 2 2 に進む。そして、ステップ S 2 2 で M O S スイッチ 2 1 をオフにした後、本処理を終了する。

【 0 0 4 6 】

図 5 は、回生発電による各蓄電池 1 2 , 1 3 の充電の様子を説明するためのタイムチャートである。なお、図 5 では説明の便宜上、回生発電開始時における P b S O C はいずれも同一であるとし、スイッチオン車速及びスイッチオフ車速を一定値としている。また、S M R スイッチ 2 2 はオンのままであるとしている。図のタイミング t 1 ~ t 2 、 t 3 ~ t 6 がそれぞれ車両減速に伴う回生発電期間である。電流を示すチャートでは、P b 電流を実線で、L i 電流を一点鎖線で、発電電流を二点鎖線で示している。

40

【 0 0 4 7 】

タイミング t 1 では、車両の減速に伴い回生発電が開始される。ただしこのとき、車速がスイッチオン車速未満 (例えば 3 0 k m / h 未満) であるため、M O S スイッチ 2 1 はオンされず、回生発電により鉛蓄電池 1 2 のみが充電される。つまり、リチウムイオン蓄電池 1 3 への充電が禁止されている。図 5 では、タイミング t 1 以降、オルタネータ 1 1

50

の発電電流の増加に伴い、鉛蓄電池 1 2 に対する充電が開始され、鉛蓄電池 1 2 の P b 電流が放電側から充電側に切り替わっている。

【 0 0 4 8 】

その後、車速の減少に伴い発電電流が減少し、それに伴い P b 電流が放電電流に切り替わる。また、タイミング t 2 では、回生発電が終了する。

【 0 0 4 9 】

一方、タイミング t 3 では、車両の減速に伴い回生発電が開始され、このとき、車速がスイッチオン車速以上（例えば 3 0 k m / h 以上）であるため、M O S スイッチ 2 1 がオンされる。つまり、鉛蓄電池 1 2 とリチウムイオン蓄電池 1 3 との両方への充電が許可される。タイミング t 3 以降、オルタネータ 1 1 の発電電流の増加に伴い、鉛蓄電池 1 2 とリチウムイオン蓄電池 1 3 とに対する充電が開始され、鉛蓄電池 1 2 の P b 電流とリチウムイオン蓄電池 1 3 の L i 電流としてそれぞれ充電電流が流れる。なお、タイミング t 1 での回生発電開始時と比べると、車速が大きい分、発電電流が大きくなっている。

【 0 0 5 0 】

タイミング t 3 以降、暫くは発電電流、P b 電流、L i 電流が若干増加又は略一定の状態保持され、その後、車速の減少に伴い徐々に減少する。タイミング t 4 では、P b 電流が充電電流から放電電流に転じている。要するに、M O S スイッチ 2 1 がオンされた状態では両蓄電池 1 2 , 1 3 が互いに接続されており、その状態下で、（鉛蓄電池 1 2 の端子電圧）>（リチウムイオン蓄電池 1 3 の端子電圧）であることから、リチウムイオン蓄電池 1 3 に対する充電が優先的に実施される。このとき、鉛蓄電池 1 2 の電力が、リチウムイオン蓄電池 1 3 の充電又は電気負荷の駆動に使われる。したがって、発電電流が低下することにより、鉛蓄電池 1 2 が充電状態から放電状態に移行することとなる。

【 0 0 5 1 】

電流積算値は、タイミング t 3 以降において P b 電流の積算により算出される。このとき、タイミング t 3 ~ t 4 では、充電電流の積算により電流積算値が算出され、電流積算値が徐々に増加する。また、タイミング t 4 ~ t 5 では、放電電流の積算により電流積算値が算出され、電流積算値が徐々に減少する。そして、タイミング t 5 で、電流積算値が負側の所定値（放電許可値）に達すると、すなわち「充電電流の積算値」<「放電電流の積算値 + 」になると、M O S スイッチ 2 1 がオフされ、リチウムイオン蓄電池 1 3 への充電が停止される。

【 0 0 5 2 】

タイミング t 3 ~ t 5 について、換言すれば、タイミング t 3 ~ t 4 では、回生発電時における鉛蓄電池 1 2 の充電量が算出され、タイミング t 4 ~ t 5 では、回生発電時における鉛蓄電池 1 2 の放電量が算出されるものとなっている。そして、タイミング t 5 では、その充電量と放電量との差である充放電収支量に基づいて、M O S スイッチ 2 1 がオフされている。

【 0 0 5 3 】

なお、タイミング t 3 ~ t 6 では、車速がスイッチオフ車速未満まで低下していない。そのため、「車速<スイッチオフ車速」に応じて M O S スイッチ 2 1 がオフされてはいないが、電流積算値が放電許可値に達する前に「車速<スイッチオフ車速」になれば、その車速条件に応じて M O S スイッチ 2 1 がオフされる。

【 0 0 5 4 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【 0 0 5 5 】

上記構成では、回生発電中において鉛蓄電池 1 2 の放電状態が監視され、その放電状態に基づいて M O S スイッチ 2 1 が遮断状態とされるため、鉛蓄電池 1 2 の蓄電量（P b S O C）が意図せず減ってしまうといった不都合を抑制できる。以上により、各蓄電池 1 2 , 1 3 の充電を効率良く実施することができるようになる。この場合、回生発電中において P b S O C が意図せず減ってしまい、結果として回生発電時以外においてオルタネータ 1 1 による鉛蓄電池 1 2 への充電が強いられる、といった不都合を抑制できる。これによ

10

20

30

40

50

り、オルタネータ 11 の発電による燃費の悪化が生じることを抑制できる。

【0056】

回生発電状態において、どの時点で両蓄電池 12, 13 の接続を切り離すか (MOS スイッチ 21 をオンからオフに切り替えるか) は、回生発電の開始後における鉛蓄電池 12 への充電量と放電量とに依存する。例えば、回生発電の開始後において鉛蓄電池 12 への充電量が多ければ、その分鉛蓄電池 12 の放電も許容されることとなる。この点、上記構成によれば、鉛蓄電池 12 への充電量と放電量との収支 (電流積算値) に基づいて MOS スイッチ 21 の遮断 (オフ操作) が実施されるため、より適切なタイミングで MOS スイッチ 21 の遮断を実施できる。

【0057】

回生発電の開始時における鉛蓄電池 12 の蓄電率 (PbSOC) に基づいて、放電基準値としての放電許可値を設定するようにした。要するに、回生発電の開始時における PbSOC (鉛蓄電池 12 の蓄電率) が比較的多い場合と比較的少ない場合とでは、鉛蓄電池 12 において回生発電状態で許容される放電量に違いが生じる。この点、PbSOC に基づいて放電許可値 (放電基準値) を設定する構成としたため、MOS スイッチ 21 のオフタイミングの一層の適正化を実現できる。

【0058】

放電許可値として、PbSOC に基づいて 0 (充電量 = 放電量となる値) と正の値 (充電量 < 放電量となる値) とのいずれかを設定する構成としたため (図 4 参照)、PbSOC が小さい状態では、回生発電中において鉛蓄電池 12 の放電量が充電量を上回ることを抑制できる。

【0059】

また、車両の減速に伴う回生発電時において、車速がスイッチオフ車速 (接続禁止車速) まで低下すると、その時点で MOS スイッチ 21 をオンからオフに切り替えるようにした。これにより、所定の低速域においてオルタネータ 11 の回転に伴うエンジン負荷を減らすことができる。したがって、車両の停止直前におけるドライバビリティの悪化を抑制できる。

【0060】

また、回生発電の開始時における PbSOC が小さいほど、鉛蓄電池 12 に対する充電の必要性が生じる。この点、回生発電の開始時における PbSOC が小さい場合に、スイッチオフ車速を大きくしたため、回生発電中の鉛蓄電池 12 の放電を少なくし、PbSOC の低下を抑制できる。また、回生発電の開始時における PbSOC が大きい場合には、スイッチオフ車速を小さくしたため、リチウムイオン蓄電池 13 に対する充電を優先させることができる。

【0061】

一方で、車速が大きいほど、車両の運動エネルギーが大きくなるため、回生発電の開始時における車速が大きいほど、回生発電の発電量は大きくなる。そこで、回生発電の開始時における車速がスイッチオン車速 (接続許可車速) よりも大きい場合には、MOS スイッチ 21 を導通状態に制御して、両方の蓄電池 12, 13 に対して充電を実施するようにした。また、車速がスイッチオン車速以下で、回生発電における発電量が小さい場合には、鉛蓄電池 12 に対する充電のみを実施するようにした。この場合、両蓄電池 12, 13 に対する充電を好適に実施できる。

【0062】

ここで、回生発電の開始時における PbSOC が小さいほど、鉛蓄電池 12 に対する充電の必要性が生じる。この点、回生発電の開始時における PbSOC が小さい場合に、スイッチオン車速を大きくしたため、回生発電状態において鉛蓄電池 12 の充電を優先的に実施できる。また、回生発電の開始時における PbSOC が大きい場合には、スイッチオン車速を小さくしたため、両蓄電池 12, 13 に対する充電を実施できる。

【0063】

(他の実施形態)

10

20

30

40

50

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

【0064】

・スイッチオフ車速（接続禁止車速）を設定する処理（図2のステップS14）として以下の構成を採用してもよい。ここでは、回生発電開始時における鉛蓄電池12の蓄電量（PbSOC）に加えて、回生発電開始時におけるリチウムイオン蓄電池13の蓄電量（LiSOC）に基づいて、スイッチオフ車速を設定するようにしている。具体的には、図6に示すマップを用い、都度のPbSOCとLiSOCとに基づいてスイッチオフ車速を設定する。図6では、PbSOCが小さい場合に、同PbSOCが大きい場合に比べてスイッチオフ車速を大きくしている。また、LiSOCが小さい場合に、同LiSOCが大きい場合に比べてスイッチオフ車速を小さくしている。

10

【0065】

上記のとおり回生発電の開始時におけるLiSOCが小さい場合に、スイッチオフ車速を小さくすることで、MOSスイッチ21のオフタイミングが遅くなり、回生発電時にリチウムイオン蓄電池13に対する充電を優先的に実施することが可能となる。また、回生発電の開始時におけるLiSOCが大きい場合に、スイッチオフ車速を大きくすることで、MOSスイッチ21のオフタイミングが早くなり、回生発電中の鉛蓄電池12の放電を少なくし、PbSOCの低下を抑制できる。

【0066】

なお、PbSOCとLiSOCとの比（ $= PbSOC / LiSOC$ ）を算出し、そのPbSOC/LiSOCが大きい場合に、同PbSOC/LiSOCが小さい場合に比べて、スイッチオフ車速を小さくするようにしてもよい。

20

【0067】

・スイッチオン車速（接続許可車速）を設定する処理（図2のステップS14）として以下の構成を採用してもよい。ここでは、回生発電開始時における鉛蓄電池12の蓄電量（PbSOC）に加えて、回生発電開始時におけるリチウムイオン蓄電池13の蓄電量（LiSOC）に基づいて、スイッチオン車速を設定するようにしている。具体的には、図6と同様のマップを用い、都度のPbSOCとLiSOCとに基づいてスイッチオン車速を設定する。なお、図6に示す数値に対して+の数値（高めの車速）とすればよい。この場合、PbSOCが小さい場合に、同PbSOCが大きい場合に比べてスイッチオン車速を大きくする。また、LiSOCが小さい場合に、同LiSOCが大きい場合に比べてスイッチオン車速を小さくする。

30

【0068】

上記のとおり回生発電の開始時におけるLiSOCが小さい場合に、スイッチオン車速を小さくすることで、リチウムイオン蓄電池13に対する充電の実施機会を増やすことができる。また、回生発電の開始時におけるLiSOCが大きい場合に、スイッチオン車速を大きくすることで、回生発電時において鉛蓄電池12の充電を優先的に実施することができる。

【0069】

なお、PbSOCとLiSOCとの比（ $= PbSOC / LiSOC$ ）を算出し、そのPbSOC/LiSOCが大きい場合に、同PbSOC/LiSOCが小さい場合に比べて、スイッチオン車速を小さくするようにしてもよい。

40

【0070】

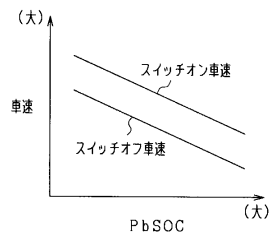
・上記実施形態では、放電許可値を図4の関係に基づいて設定し、放電許可値として、PbSOCに基づいて0（充電量＝放電量となる値）と正の値（充電量＜放電量となる値）とのいずれかを設定する構成としたが、これを変更してもよい。例えば、いずれの場合も正の値となるように、放電許可値を設定する構成でもよい。この場合、回生発電開始時におけるPbSOCが大きいほど、放電許可値を大きい値にするとよい。

【0071】

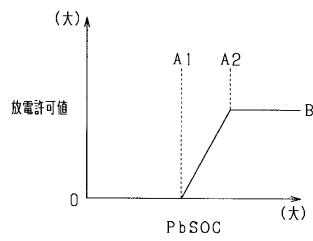
又は、放電許可値として、負の値（充電量＞放電量）を設定できるようにしていてもよい。回生発電開始時におけるPbSOCが小さい場合に、放電許可値として負の値を設定

50

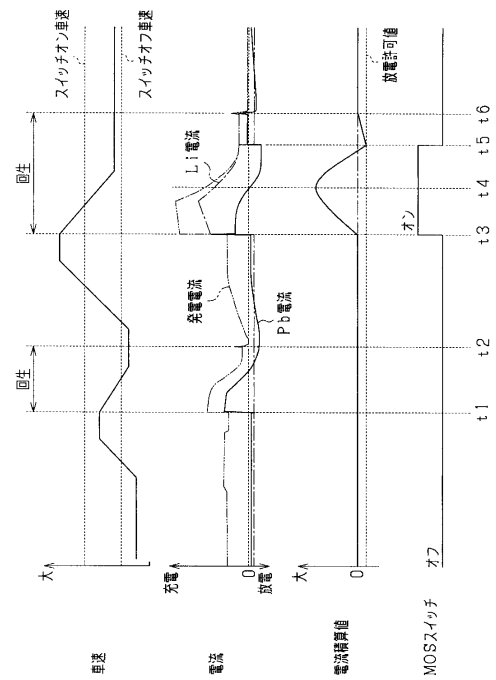
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

PbSOC (%) \ LiSOC (%)	82	84	86	88	90
40	28	26	24	22	20
50	30	28	26	24	22
60	32	30	28	26	24
70	34	32	30	28	26
80	36	34	32	30	28

フロントページの続き

- (74)代理人 100121821
弁理士 山田 強
- (74)代理人 100139480
弁理士 日野 京子
- (74)代理人 100125575
弁理士 松田 洋
- (72)発明者 斉藤 成則
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 片山 直樹
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 片岡 準
静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズキ株式会社内
- (72)発明者 駒田 節子
静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズキ株式会社内

審査官 稲葉 崇

- (56)参考文献 特開2004-229479(JP,A)
特開2012-130108(JP,A)
特開2011-126431(JP,A)
特開2011-176958(JP,A)
特開2004-32871(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- H02J 7/00 - 7/12
H02J 7/34 - 7/36
H02J 7/14 - 7/32
B60R 16/00 - 17/02