

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4905300号
(P4905300)

(45) 発行日 平成24年3月28日 (2012. 3. 28)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012. 1. 20)

(51) Int. Cl.

F I

HO 2 J 7/00 (2006. 01)
 HO 2 J 7/02 (2006. 01)
 HO 1 M 10/44 (2006. 01)
 HO 2 M 3/155 (2006. 01)
 B 6 O L 3/00 (2006. 01)

HO 2 J 7/00 B
 HO 2 J 7/00 3 O 2 C
 HO 2 J 7/02 J
 HO 1 M 10/44 P
 HO 2 M 3/155 F

請求項の数 18 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-226428 (P2007-226428)
 (22) 出願日 平成19年8月31日 (2007. 8. 31)
 (65) 公開番号 特開2008-109840 (P2008-109840A)
 (43) 公開日 平成20年5月8日 (2008. 5. 8)
 審査請求日 平成22年2月26日 (2010. 2. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-263698 (P2006-263698)
 (32) 優先日 平成18年9月28日 (2006. 9. 28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 澤田 博樹
 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 小松 雅行
 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】 電源システムおよびそれを備えた車両、電源システムの制御方法ならびにその制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負荷装置と電力を授受可能な電源システムであって、
 充電可能な複数の蓄電装置と、
 当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受するための電力線と、
 前記複数の蓄電装置に対応して設けられ、各々が対応の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう複数のコンバータと、
 前記複数のコンバータを制御する制御装置とを備え、
 前記制御装置は、

前記複数の蓄電装置からの放電電力の分配率を算出する第1の演算、および、前記複数の蓄電装置への充電電力の分配率を算出する第2の演算の少なくとも一方を実行する分配率算出部と、

当該電源システムから前記負荷装置への給電時に前記放電電力分配率に従って前記複数のコンバータを制御する第1の制御、および、前記負荷装置から当該電源システムへの給電時に前記充電電力分配率に従って前記複数のコンバータを制御する第2の制御の少なくとも一方を実行するコンバータ制御部とを含み、

前記第1の演算では、瞬時に出力可能な電力の最大値を示す許容放電電力が制限される充電状態までの残存電力量が前記複数の蓄電装置の各々について算出され、前記複数の蓄電装置間における前記残存電力量の比率に応じて前記放電電力分配率が算出され、

前記第2の演算では、瞬時に入力可能な電力の最大値を示す許容充電電力が制限される

10

20

充電状態までの充電許容量が前記複数の蓄電装置の各々について算出され、前記複数の蓄電装置間における前記充電許容量の比率に応じて前記充電電力分配率が算出される、電源システム。

【請求項 2】

前記第 1 の演算では、前記複数の蓄電装置の各々について、現在の充電状態を示す第 1 の状態値から前記許容放電電力の制限が開始される充電状態を示す第 2 の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて前記残存電力量が算出され、

前記第 2 の演算では、前記複数の蓄電装置の各々について、前記許容充電電力の制限が開始される充電状態を示す第 3 の状態値から前記第 1 の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて前記充電許容量が算出される、請求項 1 に記載の電源システム。

10

【請求項 3】

前記制御装置は、前記複数の蓄電装置間で充電状態の不均衡を是正するように前記放電電力分配率および前記充電電力分配率を補正する補正部をさらに含む、請求項 1 または請求項 2 に記載の電源システム。

【請求項 4】

前記複数の蓄電装置は、第 1 および第 2 の蓄電装置から成り、

前記補正部は、前記第 1 の蓄電装置の充電状態を示す状態値と前記第 2 の蓄電装置の充電状態を示す状態値との差に応じて前記放電電力分配率および前記充電電力分配率を補正する、請求項 3 に記載の電源システム。

20

【請求項 5】

前記複数の蓄電装置の少なくとも 1 つは、互いに並列して対応のコンバータに接続される複数の蓄電部を含み、

前記第 1 の演算では、前記複数の蓄電部を含む蓄電装置については、前記複数の蓄電部の各々の残存電力量の和がその蓄電装置の残存電力量として算出され、

前記第 2 の演算では、前記複数の蓄電部を含む蓄電装置については、前記複数の蓄電部の各々の充電許容量の和がその蓄電装置の充電許容量として算出される、請求項 1 または請求項 2 に記載の電源システム。

【請求項 6】

前記複数の蓄電部に対応して設けられ、対応の蓄電部と前記複数の蓄電部を含む蓄電装置に対応するコンバータとの電気的な接続／切離を行なう複数のシステムメインリレーをさらに備え、

30

前記コンバータ制御部は、前記複数の蓄電部が規定の順序に従って使用されるとともにその使用順序を規定のタイミングで切替えるように、前記複数のシステムメインリレーの動作をさらに制御する、請求項 5 に記載の電源システム。

【請求項 7】

前記複数の蓄電部は、同時に使用される、請求項 5 に記載の電源システム。

【請求項 8】

前記コンバータ制御部は、前記負荷装置の要求電力が前記複数の蓄電装置の各々の許容充放電電力の範囲内のとき、前記複数のコンバータを交替的に動作させ、残余のコンバータをゲート遮断する、請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の電源システム。

40

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の電源システムと、

前記電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部とを備える車両。

【請求項 10】

負荷装置と電力を授受可能な電源システムの制御方法であって、

前記電源システムは、

充電可能な複数の蓄電装置と、

当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受するための電力線と、

50

前記複数の蓄電装置に対応して設けられ、各々が対応の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう複数のコンバータとを備え、

前記制御方法は、

前記複数の蓄電装置からの放電電力の分配率を算出する第1の演算、および、前記複数の蓄電装置への充電電力の分配率を算出する第2の演算の少なくとも一方を実行するステップと、

当該電源システムから前記負荷装置への給電時に前記放電電力分配率に従って前記複数のコンバータを制御する第1の制御、および、前記負荷装置から当該電源システムへの給電時に前記充電電力分配率に従って前記複数のコンバータを制御する第2の制御の少なくとも一方を実行するステップとを含み、

前記第1の演算では、瞬時に出力可能な電力の最大値を示す許容放電電力が制限される充電状態までの残存電力量が前記複数の蓄電装置の各々について算出され、前記複数の蓄電装置間における前記残存電力量の比率に応じて前記放電電力分配率が算出され、

前記第2の演算では、瞬時に入力可能な電力の最大値を示す許容充電電力が制限される充電状態までの充電許容量が前記複数の蓄電装置の各々について算出され、前記複数の蓄電装置間における前記充電許容量の比率に応じて前記充電電力分配率が算出される、電源システムの制御方法。

【請求項11】

前記第1の演算では、前記複数の蓄電装置の各々について、現在の充電状態を示す第1の状態値から前記許容放電電力の制限が開始される充電状態を示す第2の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて前記残存電力量が算出され、

前記第2の演算では、前記複数の蓄電装置の各々について、前記許容充電電力の制限が開始される充電状態を示す第3の状態値から前記第1の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて前記充電許容量が算出される、請求項10に記載の制御方法。

【請求項12】

前記複数の蓄電装置間で充電状態の不均衡を是正するように前記放電電力分配率および前記充電電力分配率を補正するステップをさらに含む、請求項10または請求項11に記載の制御方法。

【請求項13】

前記複数の蓄電装置は、第1および第2の蓄電装置から成り、

前記補正のステップにおいて、前記第1の蓄電装置の充電状態を示す状態値と前記第2の蓄電装置の充電状態を示す状態値との差に応じて前記放電電力分配率および前記充電電力分配率が補正される、請求項12に記載の制御方法。

【請求項14】

前記複数の蓄電装置の少なくとも1つは、互いに並列して対応のコンバータに接続される複数の蓄電部を含み、

前記第1の演算では、前記複数の蓄電部を含む蓄電装置については、前記複数の蓄電部の各々の前記残存電力量の和がその蓄電装置の残存電力量として算出され、

前記第2の演算では、前記複数の蓄電部を含む蓄電装置については、前記複数の蓄電部の各々の前記充電許容量の和がその蓄電装置の充電許容量として算出される、請求項10または請求項11に記載の制御方法。

【請求項15】

前記電源システムは、前記複数の蓄電部に対応して設けられ、かつ、対応の蓄電部と前記複数の蓄電部を含む蓄電装置に対応するコンバータとの電氣的な接続／切離を行なう複数のシステムメインリレーをさらに備え、

前記制御方法は、前記複数の蓄電部が規定の順序に従って使用されるとともにその使用順序を規定のタイミングで切替えるように、前記複数のシステムメインリレーの動作を制御するステップをさらに含む、請求項14に記載の制御方法。

【請求項16】

前記複数の蓄電部は、同時に使用される、請求項 1 4 に記載の制御方法。

【請求項 1 7】

前記負荷装置の要求電力が前記複数の蓄電装置の各々の許容充放電電力の範囲内か否かを判定するステップと、

前記要求電力が前記許容充放電電力の範囲内であると判定されたとき、前記複数のコンバータを交替的に動作させ、かつ、残余のコンバータをゲート遮断するステップとをさらに含む、請求項 1 4 から請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の制御方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 0 から請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載の制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、複数の蓄電装置を備えた電源システムの充放電制御に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

特許第 3 6 5 5 2 7 7 号公報（特許文献 1）は、複数の電源ステージを備える電源制御システムを開示する。この電源制御システムは、互いに並列に接続されて少なくとも 1 つのインバータに直流電力を供給する複数の電源ステージを備える。各電源ステージは、電池と、ブースト／バック DC－DC コンバータとを含む。

20

【0 0 0 3】

この電源制御システムにおいては、複数の電源ステージにそれぞれ含まれる複数の電池を均等に充放電させ、各電池の充電状態（SOC：State Of Charge）が同じになるように前記複数の電源ステージが制御される（特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特許第 3 6 5 5 2 7 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2－1 0 5 0 2 号公報

【特許文献 3】特開平 1 1－1 8 7 5 7 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

30

しかしながら、各電池の充放電特性が異なる場合、上記特許第 3 6 5 5 2 7 7 号公報に開示される電源制御システムのように複数の電池を均等に充放電させると、いずれかの電池において他の電池よりも早く放電限界または充電限界に達してしまう。そうすると、その後は、電源システム全体としての最大の放電特性または充電特性を得ることができなくなる。

【0 0 0 5】

それゆえに、この発明の目的は、複数の蓄電装置の充放電特性が異なる場合にも、システムの性能を最大限に引出すことが可能な電源システムおよびそれを備えた車両を提供することである。

【0 0 0 6】

40

また、この発明の別の目的は、複数の蓄電装置の充放電特性が異なる場合にも、システムの最大性能を十分に引出すことが可能な電源システムの制御方法およびその制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

この発明によれば、電源システムは、負荷装置と電力を授受可能な電源システムであって、充電可能な複数の蓄電装置と、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受するための電力線と、複数の蓄電装置に対応して設けられる複数のコンバータと、複数のコンバータを制御する制御装置とを備える。各コンバータは、対応の蓄電装置と電力線との間

50

で電圧変換を行なう。制御装置は、分配率算出部と、コンバータ制御部とを含む。分配率算出部は、複数の蓄電装置からの放電電力の分配率を算出する第1の演算、および、複数の蓄電装置への充電電力の分配率を算出する第2の演算の少なくとも一方を実行する。コンバータ制御部は、当該電源システムから負荷装置への給電時に放電電力分配率に従って複数のコンバータを制御する第1の制御、および、負荷装置から当該電源システムへの給電時に充電電力分配率に従って複数のコンバータを制御する第2の制御の少なくとも一方を実行する。そして、第1の演算では、許容放電電力が制限される充電状態（SOC）までの残存電力量が複数の蓄電装置の各々について算出され、複数の蓄電装置間における残存電力量の比率に応じて放電電力分配率が算出される。第2の演算では、許容充電電力が制限される充電状態（SOC）までの充電許容量が複数の蓄電装置の各々について算出され、複数の蓄電装置間における充電許容量の比率に応じて充電電力分配率が算出される。

10

【0008】

好ましくは、第1の演算では、複数の蓄電装置の各々について、現在の充電状態を示す第1の状態値から許容放電電力の制限が開始される充電状態を示す第2の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて残存電力量が算出される。第2の演算では、複数の蓄電装置の各々について、許容充電電力の制限が開始される充電状態を示す第3の状態値から第1の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて充電許容量が算出される。

【0009】

好ましくは、制御装置は、補正部をさらに含む。補正部は、複数の蓄電装置間で充電状態の不均衡を是正するように放電電力分配率および充電電力分配率を補正する。

20

【0010】

さらに好ましくは、複数の蓄電装置は、第1および第2の蓄電装置から成る。補正部は、第1の蓄電装置の充電状態を示す状態値と第2の蓄電装置の充電状態を示す状態値との差に応じて放電電力分配率および充電電力分配率を補正する。

【0011】

好ましくは、複数の蓄電装置の少なくとも1つは、互いに並列して対応のコンバータに接続される複数の蓄電部を含む。第1の演算では、複数の蓄電部を含む蓄電装置については、複数の蓄電部の各々の残存電力量の和がその蓄電装置の残存電力量として算出される。第2の演算では、複数の蓄電部を含む蓄電装置については、複数の蓄電部の各々の充電許容量の和がその蓄電装置の充電許容量として算出される。

30

【0012】

さらに好ましくは、電源システムは、複数の蓄電部に対応して設けられる複数のシステムメインリレーをさらに備える。各システムメインリレーは、対応の蓄電部と複数の蓄電部を含む蓄電装置に対応するコンバータとの電気的な接続／切離を行なう。そして、コンバータ制御部は、複数の蓄電部が規定の順序に従って使用されるとともにその使用順序を規定のタイミングで切替えるように、複数のシステムメインリレーの動作をさらに制御する。

【0013】

また、さらに好ましくは、複数の蓄電部は、同時に使用される。

40

好ましくは、コンバータ制御部は、負荷装置の要求電力が複数の蓄電装置の各々の許容充放電電力の範囲内のとき、複数のコンバータを交替的に動作させ、残余のコンバータをゲート遮断する。

【0014】

また、この発明によれば、車両は、上述したいずれかの電源システムと、電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部とを備える。

【0015】

また、この発明によれば、電源システムの制御方法は、負荷装置と電力を授受可能な電源システムの制御方法である。電源システムは、充電可能な複数の蓄電装置と、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受するための電力線と、複数の蓄電装置に対応して

50

設けられる複数のコンバータとを備える。各コンバータは、対応の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう。そして、制御方法は、複数の蓄電装置からの放電電力の分配率を算出する第1の演算、および、複数の蓄電装置への充電電力の分配率を算出する第2の演算の少なくとも一方を実行するステップと、当該電源システムから負荷装置への給電時に放電電力分配率に従って複数のコンバータを制御する第1の制御、および、負荷装置から当該電源システムへの給電時に充電電力分配率に従って複数のコンバータを制御する第2の制御の少なくとも一方を実行するステップとを含む。ここで、第1の演算では、許容放電電力が制限される充電状態（SOC）までの残存電力量が複数の蓄電装置の各々について算出され、複数の蓄電装置間における残存電力量の比率に応じて放電電力分配率が算出される。第2の演算では、許容充電電力が制限される充電状態（SOC）までの充電許容量が複数の蓄電装置の各々について算出され、複数の蓄電装置間における充電許容量の比率に応じて充電電力分配率が算出される。

10

【0016】

好ましくは、第1の演算では、複数の蓄電装置の各々について、現在の充電状態を示す第1の状態値から許容放電電力の制限が開始される充電状態を示す第2の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて残存電力量が算出される。第2の演算では、複数の蓄電装置の各々について、許容充電電力の制限が開始される充電状態を示す第3の状態値から第1の状態値を差引いた値と対応の蓄電装置の蓄電容量とに基づいて充電許容量が算出される。

【0017】

20

好ましくは、制御方法は、複数の蓄電装置間で充電状態の不均衡を是正するように放電電力分配率および充電電力分配率を補正するステップをさらに含む。

【0018】

さらに好ましくは、複数の蓄電装置は、第1および第2の蓄電装置から成る。そして、補正のステップにおいて、第1の蓄電装置の充電状態を示す状態値と第2の蓄電装置の充電状態を示す状態値との差に応じて放電電力分配率および充電電力分配率が補正される。

【0019】

好ましくは、複数の蓄電装置の少なくとも1つは、互いに並列して対応のコンバータに接続される複数の蓄電部を含む。第1の演算では、複数の蓄電部を含む蓄電装置については、複数の蓄電部の各々の残存電力量の和がその蓄電装置の残存電力量として算出される。第2の演算では、複数の蓄電部を含む蓄電装置については、複数の蓄電部の各々の充電許容量の和がその蓄電装置の充電許容量として算出される。

30

【0020】

さらに好ましくは、電源システムは、複数の蓄電部に対応して設けられる複数のシステムメインリレーをさらに備える。各システムメインリレーは、対応の蓄電部と複数の蓄電部を含む蓄電装置に対応するコンバータとの電氣的な接続／切離を行なう。そして、制御方法は、複数の蓄電部が規定の順序に従って使用されるとともにその使用順序を規定のタイミングで切替えるように、複数のシステムメインリレーの動作を制御するステップをさらに含む。

【0021】

40

また、さらに好ましくは、複数の蓄電部は、同時に使用される。

好ましくは、制御方法は、負荷装置の要求電力が複数の蓄電装置の各々の許容充放電電力の範囲内か否かを判定するステップと、要求電力が許容充放電電力の範囲内であると判定されたとき、複数のコンバータを交替的に動作させ、かつ、残余のコンバータをゲート遮断するステップとをさらに含む。

【0022】

また、この発明によれば、記録媒体は、コンピュータ読取可能な記録媒体であって、上述したいずれかの制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録する。

【発明の効果】**【0023】**

50

この発明においては、許容放電電力が制限される充電状態（SOC）までの残存電力量が各蓄電装置について算出され、その残存電力量の比率に応じて複数の蓄電装置からの放電電力の分配率が算出される。そして、当該電源システムから負荷装置への給電時、放電電力分配率に従って複数のコンバータが制御されるので、いずれかの蓄電装置において他の蓄電装置よりも早く放電限界に達してしまうケースが抑制される。また、許容充電電力が制限される充電状態（SOC）までの充電許容量が各蓄電装置について算出され、その充電許容量の比率に応じて複数の蓄電装置への充電電力の分配率が算出される。そして、負荷装置から当該電源システムへの給電時、充電電力分配率に従って複数のコンバータが制御されるので、いずれかの蓄電装置において他の蓄電装置よりも早く充電限界に達してしまうケースが抑制される。

10

【0024】

したがって、この発明によれば、電源システム全体としての最大の充放電特性を得ることができる機会が最大となる。その結果、複数の蓄電装置の充放電特性が異なる場合にも、電源システムの性能を最大限に発揮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0025】**

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返さない。

【0026】**〔実施の形態1〕**

20

図1は、この発明の実施の形態1による車両の全体ブロック図である。図1を参照して、この車両100は、電源システム1と、駆動力発生部3とを備える。駆動力発生部3は、インバータ30-1、30-2と、モータジェネレータ34-1、34-2と、動力伝達機構36と、駆動軸38と、駆動ECU（Electronic Control Unit）32とを含む。

【0027】

インバータ30-1、30-2は、主正母線MPLおよび主負母線MNLに並列接続される。そして、インバータ30-1、30-2は、電源システム1から供給される駆動電力（直流電力）を交流電力に変換してそれぞれモータジェネレータ34-1、34-2へ出力する。また、インバータ30-1、30-2は、それぞれモータジェネレータ34-1、34-2が発電する交流電力を直流電力に変換して回生電力として電源システム1へ出力する。

30

【0028】

なお、各インバータ30-1、30-2は、たとえば、三相分のスイッチング素子を含むブリッジ回路から成る。そして、インバータ30-1、30-2は、それぞれ駆動ECU32からの駆動信号PWI1、PWI2に応じてスイッチング動作を行なうことにより、対応のモータジェネレータを駆動する。

【0029】

モータジェネレータ34-1、34-2は、それぞれインバータ30-1、30-2から供給される交流電力を受けて回転駆動力を発生する。また、モータジェネレータ34-1、34-2は、外部からの回転力を受けて交流電力を発電する。たとえば、モータジェネレータ34-1、34-2は、永久磁石が埋設されたロータを備える三相交流回転電機から成る。そして、モータジェネレータ34-1、34-2は、動力伝達機構36と連結され、動力伝達機構36にさらに連結される駆動軸38を介して回転駆動力が車輪（図示せず）へ伝達される。

40

【0030】

なお、駆動力発生部3がハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ34-1、34-2は、動力伝達機構36または駆動軸38を介してエンジン（図示せず）にも連結される。そして、駆動ECU32によって、エンジンの発生する駆動力とモータジェネレータ34-1、34-2の発生する駆動力とが最適な比率となるように制御が実行される。このようなハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ3

50

4-1, 34-2のいずれか一方を専ら電動機として機能させ、他方のモータジェネレータを専ら発電機として機能させてもよい。

【0031】

駆動ECU32は、図示されない各センサから送信される信号、走行状況およびアクセル開度などに基づいて車両要求パワーPsを算出し、その算出した車両要求パワーPsに基づいてモータジェネレータ34-1, 34-2のトルク目標値および回転数目標値を算出する。そして、駆動ECU32は、モータジェネレータ34-1, 34-2の発生トルクおよび回転数が目標値となるように駆動信号PWI1, PWI2を生成し、その生成した駆動信号PWI1, PWI2をそれぞれインバータ30-1, 30-2へ出力してインバータ30-1, 30-2を制御する。また、駆動ECU32は、算出した車両要求パワーPsを電源システム1のコンバータECU2（後述）へ出力する。

10

【0032】

一方、電源システム1は、蓄電装置6-1, 6-2と、コンバータ8-1, 8-2と、平滑コンデンサCと、コンバータECU2と、電池ECU4と、電流センサ10-1, 10-2と、電圧センサ12-1, 12-2, 18を含む。

【0033】

蓄電装置6-1, 6-2は、充電可能な直流電源であり、たとえば、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの二次電池から成る。蓄電装置6-1は、正極線PL1および負極線NL1を介してコンバータ8-1に接続され、蓄電装置6-2は、正極線PL2および負極線NL2を介してコンバータ8-2に接続される。

20

【0034】

なお、たとえば、蓄電装置6-1には、蓄電装置6-2よりも出力可能最大電力が大きい二次電池（「出力密度型」とも称される。）を用いることができ、蓄電装置6-2には、蓄電装置6-1よりも蓄電容量が大きい二次電池（「エネルギー密度型」とも称される。）を用いることができる。これにより、2つの蓄電装置6-1, 6-2を用いてハイパワーかつ大容量の直流電源を構成することができる。なお、蓄電装置6-1, 6-2の少なくとも一方を電気二重層キャパシタで構成してもよい。

【0035】

コンバータ8-1は、蓄電装置6-1と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間に設けられ、コンバータECU2からの駆動信号PWC1に基づいて、蓄電装置6-1と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間で電圧変換を行なう。コンバータ8-2は、蓄電装置6-2と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間に設けられ、コンバータECU2からの駆動信号PWC2に基づいて、蓄電装置6-2と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間で電圧変換を行なう。

30

【0036】

平滑コンデンサCは、主正母線MPLと主負母線MNLとの間に接続され、主正母線MPLおよび主負母線MNLに含まれる電力変動成分を低減する。電圧センサ18は、主正母線MPLおよび主負母線MNL間の電圧値Vhを検出し、その検出結果をコンバータECU2へ出力する。

【0037】

40

電流センサ10-1, 10-2は、蓄電装置6-1に対して入出力される電流値Ib1および蓄電装置6-2に対して入出力される電流値Ib2をそれぞれ検出し、その検出結果をコンバータECU2および電池ECU4へ出力する。なお、電流センサ10-1, 10-2は、対応の蓄電装置から出力される電流（放電電流）を正值として検出し、対応の蓄電装置に入力される電流（充電電流）を負値として検出する。なお、図では、電流センサ10-1, 10-2がそれぞれ正極線PL1, PL2の電流値を検出する場合が示されているが、電流センサ10-1, 10-2は、それぞれ負極線NL1, NL2の電流を検出してもよい。電圧センサ12-1, 12-2は、蓄電装置6-1の電圧値Vb1および蓄電装置6-2の電圧値Vb2をそれぞれ検出し、その検出結果をコンバータECU2および電池ECU4へ出力する。

50

【0038】

電池ECU4は、電流センサ10-1からの電流値Ib1および電圧センサ12-1からの電圧値Vb1に基づいて、蓄電装置6-1のSOCを示す状態量SOC1を算出し、その算出した状態量SOC1をコンバータECU2へ出力する。また、電池ECU4は、電流センサ10-2からの電流値Ib2および電圧センサ12-2からの電圧値Vb2に基づいて、蓄電装置6-2のSOCを示す状態量SOC2を算出し、その算出した状態量SOC2をコンバータECU2へ出力する。なお、状態量SOC1、SOC2の算出方法については、種々の公知の手法を用いることができる。

【0039】

コンバータECU2は、電流センサ10-1、10-2および電圧センサ12-1、12-2、18からの各検出値、電池ECU4からの状態量SOC1、SOC2、ならびに駆動ECU32からの車両要求パワーPsに基づいて、コンバータ8-1、8-2をそれぞれ駆動するための駆動信号PWC1、PWC2を生成する。そして、コンバータECU2は、その生成した駆動信号PWC1、PWC2をそれぞれコンバータ8-1、8-2へ出力し、コンバータ8-1、8-2を制御する。なお、コンバータECU2の構成については、後ほど詳しく説明する。

【0040】

図2は、図1に示したコンバータ8-1、8-2の概略構成図である。なお、コンバータ8-2の構成および動作は、コンバータ8-1と同様であるので、以下ではコンバータ8-1の構成および動作について説明する。図2を参照して、コンバータ8-1は、チョップ回路40-1と、正母線LN1Aと、負母線LN1Cと、配線LN1Bと、平滑コンデンサC1とを含む。チョップ回路40-1は、トランジスタQ1A、Q1Bと、ダイオードD1A、D1Bと、インダクタL1とを含む。

【0041】

正母線LN1Aは、一方端がトランジスタQ1Bのコレクタに接続され、他方端が主正母線MPLに接続される。また、負母線LN1Cは、一方端が負極線NL1に接続され、他方端が主負母線MNLに接続される。

【0042】

トランジスタQ1A、Q1Bは、負母線LN1Cと正母線LN1Aとの間に直列に接続される。具体的には、トランジスタQ1Aのエミッタが負母線LN1Cに接続され、トランジスタQ1Bのコレクタが正母線LN1Aに接続される。ダイオードD1A、D1Bは、それぞれトランジスタQ1A、Q1Bに逆並列に接続される。インダクタL1は、トランジスタQ1AとトランジスタQ1Bとの接続点に接続される。

【0043】

配線LN1Bは、一方端が正極線PL1に接続され、他方端がインダクタL1に接続される。平滑コンデンサC1は、配線LN1Bと負母線LN1Cとの間に接続され、配線LN1Bおよび負母線LN1C間の直流電圧に含まれる交流成分を低減する。

【0044】

そして、チョップ回路40-1は、コンバータECU2（図示せず）からの駆動信号PWC1に応じて、蓄電装置6-1の放電時には、正極線PL1および負極線NL1から受ける直流電力（駆動電力）を昇圧し、蓄電装置6-1の充電時には、主正母線MPLおよび主負母線MNLから受ける直流電力（回生電力）を降圧する。

【0045】

以下、コンバータ8-1の電圧変換動作（昇圧動作および降圧動作）について説明する。昇圧動作時において、コンバータECU2は、トランジスタQ1Bをオフ状態に維持し、かつ、トランジスタQ1Aを所定のデューティ比でオン／オフさせる。トランジスタQ1Aのオン期間においては、蓄電装置6-1から配線LN1B、インダクタL1、ダイオードD1B、および正母線LN1Aを順に介して、放電電流が主正母線MPLへ流れる。同時に、蓄電装置6-1から配線LN1B、インダクタL1、トランジスタQ1A、および負母線LN1Cを順に介して、ポンプ電流が流れる。インダクタL1は、このポンプ

電流により電磁エネルギーを蓄積する。そして、トランジスタQ 1 Aがオン状態からオフ状態に移移すると、インダクタL 1は、蓄積した電磁エネルギーを放電電流に重畳する。その結果、コンバータ8-1から主正母線M P Lおよび主負母線M N Lへ供給される直流電力の平均電圧は、デューティ比に応じてインダクタL 1に蓄積される電磁エネルギーに相当する電圧だけ昇圧される。

【0046】

一方、降圧動作時において、コンバータE C U 2は、トランジスタQ 1 Bを所定のデューティ比でオン／オフさせ、かつ、トランジスタQ 1 Aをオフ状態に維持する。トランジスタQ 1 Bのオン期間においては、主正母線M P Lから正母線L N 1 A、トランジスタQ 1 B、インダクタL 1、および配線L N 1 Bを順に介して、充電電流が蓄電装置6-1へ流れる。そして、トランジスタQ 1 Bがオン状態からオフ状態に移移すると、インダクタL 1が電流変化を妨げるように磁束を発生するので、充電電流は、ダイオードD 1 A、インダクタL 1、および配線L N 1 Bを順に介して流れ続ける。一方で、電気エネルギー的にみると、主正母線M P Lおよび主負母線M N Lから直流電力が供給されるのはトランジスタQ 1 Bのオン期間だけであるので、充電電流が一定に保たれるとすると（インダクタL 1のインダクタンスが十分に大きいとすると）、コンバータ8-1から蓄電装置6-1へ供給される直流電力の平均電圧は、主正母線M P Lおよび主負母線M N L間の直流電圧にデューティ比を乗じた値となる。

【0047】

このようなコンバータ8-1の電圧変換動作を制御するため、コンバータE C U 2は、トランジスタQ 1 Aのオン／オフを制御するための駆動信号P W C 1 AおよびトランジスタQ 1 Bのオン／オフを制御するための駆動信号P W C 1 Bから成る駆動信号P W C 1を生成する。

【0048】

図3は、蓄電装置6-1、6-2の電力分配制御の考え方を説明するための図である。図3を参照して、許容放電電力W o u t 1は、蓄電装置6-1から瞬時に出力可能な電力の最大値であり、蓄電装置6-1のS O Cが下限値S L 1を下回ると、許容放電電力W o u t 1が制限される。許容充電電力W i n 1は、蓄電装置6-1へ瞬時に入力可能な電力の最大値であり、蓄電装置6-1のS O Cが上限値S H 1を上回ると、許容充電電力W i n 1が制限される。同様に、許容放電電力W o u t 2は、蓄電装置6-2から瞬時に出力可能な電力の最大値であり、蓄電装置6-2のS O Cが下限値S L 2を下回ると、許容放電電力W o u t 2が制限される。許容充電電力W i n 2は、蓄電装置6-2へ瞬時に入力可能な電力の最大値であり、蓄電装置6-2のS O Cが上限値S H 2を上回ると、許容充電電力W i n 2が制限される。

【0049】

なお、蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力は、蓄電装置の特性によって異なり、一般に、出力密度型の二次電池の許容放電電力および許容充電電力は、エネルギー密度型の二次電池のそれらよりも大きい。また、許容放電電力が制限されるS O Cおよび許容充電電力が制限されるS O Cも、蓄電装置の特性によって異なる。

【0050】

いま、蓄電装置6-1、6-2のS O CがそれぞれS 1、S 2であり、電源システム1から駆動力発生部3へ電力が供給される場合について考える。仮に、蓄電装置6-1、6-2から均等に放電を行なうものとする（ここで、「均等に放電」とは、放電電力量が均等であってもよいし、S O C低下量が均等であってもよい。）、蓄電装置6-1、6-2のいずれか一方において他方よりも先に許容放電電力が制限される。そうすると、その後は、その他方の蓄電装置の放電能力がまだ十分あるにも拘わらず、蓄電装置6-1、6-2の放電能力を合計した電源システム1全体としての放電能力は低下してしまう。

【0051】

そこで、この実施の形態1では、蓄電装置6-1、6-2のS O Cがそれぞれ同時に下限値S L 1、S L 2に達するように蓄電装置6-1、6-2の放電電力の分配率が算出さ

10

20

30

40

50

れ、電源システム 1 から駆動力発生部 3 への給電時、その算出された放電電力分配率に従って蓄電装置 6-1, 6-2 の放電が行なわれる。これにより、電源システム 1 全体としての放電能力を最大限に発揮できる機会（期間）を最大にすることができる。

【0052】

駆動力発生部 3 から電源システム 1 へ電力が供給される場合についても同様に考える。すなわち、仮に、蓄電装置 6-1, 6-2 へ均等に充電を行なうものとする（ここで、「均等に充電」とは、充電電力量が均等であってもよいし、SOC 上昇量が均等であってもよい。）、蓄電装置 6-1, 6-2 のいずれか一方において他方よりも先に許容充電電力が制限される。そうすると、その後は、その他方の蓄電装置の充電能力がまだ十分あるにも拘わらず、蓄電装置 6-1, 6-2 の充電能力を合計した電源システム 1 全体としての充電能力は低下してしまう。

10

【0053】

そこで、この実施の形態 1 では、蓄電装置 6-1, 6-2 の SOC がそれぞれ同時に上限値 SH1, SH2 に達するように蓄電装置 6-1, 6-2 の充電電力の分配率が算出され、駆動力発生部 3 から電源システム 1 への給電時、その算出された充電電力分配率に従って蓄電装置 6-1, 6-2 への充電が行なわれる。これにより、電源システム 1 全体としての充電能力を最大限に発揮できる機会（期間）を最大にすることができる。

【0054】

図 4 は、蓄電装置 6-1, 6-2 の電力分配率の演算方法を説明するための図である。図 4 を参照して、蓄電装置 6-1 において許容放電電力 W_{out1} が制限される下限値 SL1 に蓄電装置 6-1 の SOC が達するまでの蓄電装置 6-1 の残存電力量 R1 が次式によって算出される。

20

【0055】

$$R1 = A(S1 - SL1) \quad \cdots (1)$$

ここで、A は、蓄電装置 6-1 の蓄電容量を示し、S1 は、演算実行時の蓄電装置 6-1 の SOC を示す。

【0056】

また、蓄電装置 6-2 において許容放電電力 W_{out2} が制限される下限値 SL2 に蓄電装置 6-2 の SOC が達するまでの蓄電装置 6-2 の残存電力量 R2 が次式によって算出される。

30

【0057】

$$R2 = B(S2 - SL2) \quad \cdots (2)$$

ここで、B は、蓄電装置 6-2 の蓄電容量を示し、S2 は、演算実行時の蓄電装置 6-2 の SOC を示す。

【0058】

そして、電源システム 1 から駆動力発生部 3 への給電時、蓄電装置 6-1, 6-2 からの放電電力の分配率が R1 : R2 となるように蓄電装置 6-1, 6-2 から放電を行なう。

【0059】

また、蓄電装置 6-1 において許容充電電力 W_{in1} が制限される上限値 SH1 に蓄電装置 6-1 の SOC が達するまでの蓄電装置 6-1 の充電許容量 C1 が次式によって算出される。

40

【0060】

$$C1 = A(SH1 - S1) \quad \cdots (3)$$

さらに、蓄電装置 6-2 において許容充電電力 W_{in2} が制限される上限値 SH2 に蓄電装置 6-2 の SOC が達するまでの蓄電装置 6-2 の充電許容量 C2 が次式によって算出される。

【0061】

$$C2 = B(SH2 - S2) \quad \cdots (4)$$

そして、駆動力発生部 3 から電源システム 1 への給電時、蓄電装置 6-1, 6-2 への

50

充電電力の分配率がC 1 : C 2となるように蓄電装置6-1, 6-2への充電を行なう。

【0062】

図5は、図1に示したコンバータECU2の機能ブロック図である。図5を参照して、コンバータECU2は、放電分配率算出部52と、充電分配率算出部54と、切替部56と、電力指令生成部58と、制限部60と、駆動信号生成部62とを含む。

【0063】

放電分配率算出部52は、蓄電装置6-1のSOCを示す状態量SOC1および蓄電装置6-2のSOCを示す状態量SOC2を電池ECU4から受ける。そして、放電分配率算出部52は、上記(1), (2)式を用いて残存電力量R1, R2を算出し、その算出した残存電力量R1, R2の比率に応じた放電電力分配率r1 : r2を切替部56へ出力する。

10

【0064】

充電分配率算出部54は、状態量SOC1, SOC2を電池ECU4から受ける。そして、充電分配率算出部54は、上記(3), (4)式を用いて充電許容量C1, C2を算出し、その算出した充電許容量C1, C2の比率に応じた充電電力分配率c1 : c2を切替部56へ出力する。

【0065】

切替部56は、駆動力発生部3の駆動ECU32から受ける車両要求パワーPsが正值のとき、すなわち、電源システム1から駆動力発生部3への給電時、放電分配率算出部52から受ける放電電力分配率r1 : r2を電力指令生成部58へ出力する。一方、切替部56は、車両要求パワーPsが負値のとき、すなわち、駆動力発生部3から電源システム1への給電時、充電分配率算出部54から受ける充電電力分配率c1 : c2を電力指令生成部58へ出力する。

20

【0066】

電力指令生成部58は、駆動ECU32から受ける車両要求パワーPsが正值のとき、切替部56から受ける放電電力分配率に基づいて、蓄電装置6-1, 6-2の電力指令値W01, W02を次式によって算出する。

【0067】

$$W01 = Ps \times r1 / (r1 + r2) \quad \cdots (5)$$

$$W02 = Ps \times r2 / (r1 + r2) \quad \cdots (6)$$

30

一方、電力指令生成部58は、車両要求パワーPsが負値のとき、切替部56から受ける充電電力分配率に基づいて、蓄電装置6-1, 6-2の電力指令値W01, W02を次式によって算出する。

【0068】

$$W01 = Ps \times c1 / (c1 + c2) \quad \cdots (7)$$

$$W02 = Ps \times c2 / (c1 + c2) \quad \cdots (8)$$

制限部60は、電力指令生成部58によって生成された蓄電装置6-1の電力指令値W01を許容放電電力Wout1および許容充電電力Win1の範囲内に制限し、電力指令値W1として出力する。また、制限部60は、電力指令生成部58によって生成された蓄電装置6-2の電力指令値W02を許容放電電力Wout2および許容充電電力Win2の範囲内に制限し、電力指令値W2として出力する。

40

【0069】

なお、制限部60は、電力指令値W01, W02のいずれかが制限された場合、他方の電力指令値が許容放電電力または許容充電電力に対して余裕があれば、制限を超えた分を他方の電力指令値に振り分ける。

【0070】

駆動信号生成部62は、電圧センサ12-1, 12-2からそれぞれ電圧値Vb1, Vb2を受け、電流センサ10-1, 10-2からそれぞれ電流値Ib1, Ib2を受ける。そして、駆動信号生成部62は、上記各検出値および制限部60からの電力指令値W1, W2に基づいて、コンバータ8-1, 8-2をそれぞれ駆動するための駆動信号PWC

50

1, PWC 2を後述の方法により生成し、その生成した駆動信号PWC 1, PWC 2をそれぞれコンバータ8-1, 8-2へ出力する。

【0071】

図6は、図5に示した駆動信号生成部62の詳細な機能ブロック図である。図6を参照して、駆動信号生成部62は、除算部72-1, 72-2と、減算部74-1, 74-2, 78-1, 78-2と、PI制御部76-1, 76-2と、変調部80-1, 80-2を含む。

【0072】

除算部72-1は、電力指令値W1を電圧値Vb1で除算し、その演算結果を電流目標値IR1として減算部74-1へ出力する。減算部74-1は、電流目標値IR1から電流値Ib1を減算し、その演算結果をPI制御部76-1へ出力する。PI制御部76-1は、電流目標値IR1と電流値Ib1との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部78-1へ出力する。

10

【0073】

減算部78-1は、電圧値Vb1/目標電圧VR1で示されるコンバータ8-1の理論昇圧比の逆数からPI制御部76-1の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令Ton1として変調部80-1へ出力する。なお、この減算部78-1における入力項(電圧値Vb1/目標電圧VR1)は、コンバータ8-1の理論昇圧比に基づくフィードフォワード補償項であり、目標電圧VR1は、電圧値Vb1よりも高い適当な値に設定される。

20

【0074】

変調部80-1は、デューティ指令Ton1と図示されない発振部により生成される搬送波(キャリア波)とに基づいて駆動信号PWC1を生成し、その生成した駆動信号PWC1をコンバータ8-1のトランジスタQ1A, Q1Bへ出力する。

【0075】

除算部72-2は、電力指令値W2を電圧値Vb2で除算し、その演算結果を電流目標値IR2として減算部74-2へ出力する。減算部74-2は、電流目標値IR2から電流値Ib2を減算し、その演算結果をPI制御部76-2へ出力する。PI制御部76-2は、電流目標値IR2と電流値Ib2との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部78-2へ出力する。

30

【0076】

減算部78-2は、電圧値Vb2/目標電圧VR2で示されるコンバータ8-2の理論昇圧比の逆数からPI制御部76-2の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令Ton2として変調部80-2へ出力する。なお、この減算部78-2における入力項(電圧値Vb2/目標電圧VR2)は、コンバータ8-2の理論昇圧比に基づくフィードフォワード補償項であり、目標電圧VR2は、電圧値Vb2よりも高い適当な値に設定される。

【0077】

変調部80-2は、デューティ指令Ton2と図示されない発振部により生成される搬送波(キャリア波)とに基づいて駆動信号PWC2を生成し、その生成した駆動信号PWC2をコンバータ8-2のトランジスタQ2A, Q2Bへ出力する。

40

【0078】

図7は、図1に示したコンバータECU2の制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理は、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて実行される。

【0079】

図7を参照して、コンバータECU2は、電池ECU4からの状態量SOC1, SOC2に基づいて、上記(1), (2)式を用いて蓄電装置6-1の残存電力量R1および蓄電装置6-2の残存電力量R2を算出する(ステップS10)。そして、コンバータECU2は、その算出した残存電力量R1, R2の比率に応じた放電電力分配率r1:r2を

50

算出する（ステップS20）。

【0080】

また、コンバータECU2は、状態量SOC1、SOC2に基づいて、上記（3）、（4）式を用いて蓄電装置6-1の充電許容量C1および蓄電装置6-2の充電許容量C2を算出する（ステップS30）。そして、コンバータECU2は、その算出した充電許容量C1、C2の比率に応じた充電電力分配率c1：c2を算出する（ステップS40）。

【0081】

次いで、コンバータECU2は、駆動ECU32から受ける車両要求パワーPsが正值であるか否かを判定する（ステップS50）。コンバータECU2は、車両要求パワーPsが正值であると判定すると（ステップS50においてYES）、上記（5）、（6）式を用いて、放電電力分配率r1：r2に従って各コンバータ8-1、8-2の電力指令値W01、W02（放電）を生成する（ステップS60）。

10

【0082】

次いで、コンバータECU2は、電力指令値W01が許容放電電力Wout1を超えている場合には、電力指令値W01を許容放電電力Wout1に制限し、最終的な電力指令値W1を生成する。また、コンバータECU2は、電力指令値W02が許容放電電力Wout2を超えている場合には、電力指令値W02を許容放電電力Wout2に制限し、最終的な電力指令値W2を生成する（ステップS70）。そして、コンバータECU2は、電力指令値W1、W2に基づいて駆動信号PWI1、PWI2を生成し、コンバータ8-1、8-2を制御する（ステップS80）。

20

【0083】

一方、ステップS50において車両要求パワーPsが正值でないと判定されると（ステップS50においてNO）、コンバータECU2は、上記（7）、（8）式を用いて、充電電力分配率c1：c2に従って各コンバータ8-1、8-2の電力指令値W01、W02（充電）を生成する（ステップS90）。

【0084】

次いで、コンバータECU2は、電力指令値W01の絶対値が許容充電電力Win1の絶対値を超えている場合には、電力指令値W01を許容充電電力Win1に制限し、最終的な電力指令値W1を生成する。また、コンバータECU2は、電力指令値W02の絶対値が許容充電電力Win2の絶対値を超えている場合には、電力指令値W02を許容充電電力Win2に制限し、最終的な電力指令値W2を生成する（ステップS100）。そして、コンバータECU2は、ステップS80へ処理を進め、電力指令値W1、W2に基づいてコンバータ8-1、8-2を制御する。

30

【0085】

以上のように、この実施の形態1においては、許容放電電力が制限されるSOCまでの残存電力量が各蓄電装置6-1、6-2について算出され、その残存電力量の比率に応じて蓄電装置6-1、6-2の放電電力分配率が算出される。そして、電源システム1から駆動力発生部3への給電時、放電電力分配率に従ってコンバータ8-1、8-2が制御されるので、いずれかの蓄電装置において他の蓄電装置よりも早く放電限界に達してしまうケースが抑制される。また、許容充電電力が制限されるSOCまでの充電許容量が各蓄電装置6-1、6-2について算出され、その充電許容量の比率に応じて蓄電装置6-1、6-2の充電電力分配率が算出される。そして、駆動力発生部3から電源システム1への給電時、充電電力分配率に従ってコンバータ8-1、8-2が制御されるので、いずれかの蓄電装置において他の蓄電装置よりも早く充電限界に達してしまうケースが抑制される。

40

【0086】

したがって、この実施の形態1よれば、電源システム1全体としての最大の充放電特性を得ることができる機会が最大となる。その結果、蓄電装置6-1、6-2の充放電特性が異なる場合にも、電源システム1の性能を最大限に発揮することができる。

【0087】

50

〔実施の形態 2〕

車両要求パワー P_s の絶対値が大きくなり、蓄電装置 6-1, 6-2 からの放電電力が許容放電電力に制限され、または充電電力が許容充電電力に制限されると、上記の電力分配率を外れて放電または充電が行なわれる。この場合、蓄電装置 6-1, 6-2 の放電時においては、蓄電容量の小さい蓄電装置の SOC が他方の蓄電装置よりも早く低下するので、蓄電容量の小さい蓄電装置の SOC を他方の蓄電装置の SOC よりも高めておくのがよいといえる。しかしながら、蓄電装置 6-1, 6-2 の充電時においては、蓄電容量の小さい蓄電装置の SOC が他方の蓄電装置よりも早く上昇するので、放電の場合とは反対に、蓄電容量の小さい蓄電装置の SOC を他方の蓄電装置の SOC よりも低めておくのがよいといえる。

10

【0088】

したがって、充放電の双方を考慮すると、蓄電装置 6-1, 6-2 の SOC はできるだけ揃えておくのが好ましい。これにより、放電能力または充電能力の一方を阻害することなく、電源システム 1 全体としての充放電能力を最大限に発揮できる機会（期間）を最大にすることができる。

【0089】

実施の形態 2 による車両の全体構成は、図 1 に示した実施の形態 1 による車両 100 と同じである。

【0090】

図 8 は、この実施の形態 2 におけるコンバータ ECU 2A の機能ブロック図である。図 8 を参照して、このコンバータ ECU 2A は、図 5 に示した実施の形態 1 におけるコンバータ ECU 2 の構成において、補正值算出部 64 と、補正部 66, 68 とをさらに含む。

20

【0091】

補正值算出部 64 は、蓄電装置 6-2 の SOC を示す状態量 SOC 2 から蓄電装置 6-1 の SOC を示す状態量 SOC 1 を減算した SOC 差 ΔS を受ける。そして、補正值算出部 64 は、図 9 に示す規定のマップまたは演算式を用いて、SOC 差 ΔS に応じた補正量 Δr を算出する。すなわち、SOC 差 ΔS が正值のときは、SOC 差 ΔS に応じて正の補正量 Δr を算出し、SOC 差 ΔS が負値のときは、SOC 差 ΔS に応じて負の補正量 Δr を算出する。

【0092】

30

補正部 66 は、補正值算出部 64 によって算出された補正量 Δr に基づいて、放電分配率算出部 52 からの放電電力分配率 $r_1 : r_2$ を補正する。具体的には、補正部 66 は、蓄電装置 6-2 の放電分配率を示す r_2 に補正量 Δr を加算することにより、放電電力分配率を補正する。すなわち、状態量 SOC 2 が状態量 SOC 1 よりも多いとき、蓄電装置 6-2 の放電分配率を増加するように放電分配率算出部 52 からの放電電力分配率が補正される。

【0093】

補正部 68 は、補正值算出部 64 によって算出された補正量 Δr に基づいて、充電分配率算出部 54 からの充電電力分配率 $c_1 : c_2$ を補正する。具体的には、補正部 68 は、蓄電装置 6-2 の充電分配率を示す c_2 から補正量 Δr を減算することにより、充電電力分配率を補正する。すなわち、状態量 SOC 2 が状態量 SOC 1 よりも多いとき、蓄電装置 6-2 の充電分配率を増加するように充電分配率算出部 54 からの充電電力分配率が補正される。

40

【0094】

図 10 は、図 8 に示したコンバータ ECU 2A の制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理は、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて実行される。

【0095】

図 10 を参照して、このフローチャートは、図 7 に示したフローチャートにおいて、ステップ S45 をさらに含む。すなわち、ステップ S40 において充電電力分配率が算出さ

50

れると、コンバータ ECU 2 A は、蓄電装置 6-1, 6-2 の SOC 差 ΔS に応じて、蓄電装置 6-1, 6-2 間で SOC の不均衡を是正するように放電電力分配率および充電電力分配率を補正する (ステップ S 45)。

【0096】

具体的には、コンバータ ECU 2 A は、状態量 SOC 2 から状態量 SOC 1 を減算した SOC 差 ΔS に応じた補正量 Δr を算出し、その算出した補正量 Δr に基づいて、状態量 SOC 1, SOC 2 の不均衡を是正する方向に放電電力分配率および充電電力分配率を補正する。そして、放電電力分配率および充電電力分配率が補正されると、コンバータ ECU 2 A は、ステップ S 50 へ処理を移行する。

【0097】

なお、上記においては、蓄電装置 6-2 の放電分配率を示す r_2 に補正量 Δr を加算することにより放電電力分配率を補正し、また、蓄電装置 6-2 の充電分配率を示す c_2 から補正量 Δr を減算することにより充電電力分配率を補正するものとしたが、SOC 差 ΔS に基づく補正方法は上記の方法に限定されるものではない。たとえば、車両要求パワー P_s が正值のとき、電力指令生成部 58 において電力指令値 $W01$, $W02$ を算出する際に次式のように補正量 Δr を反映させてもよい。

【0098】

$$W01 = P_s \times \{r_1 / (r_1 + r_2) - \Delta r\} \quad \cdots (9)$$

$$W02 = P_s \times \{r_2 / (r_1 + r_2) + \Delta r\} \quad \cdots (10)$$

また、車両要求パワー P_s が負値のとき、電力指令生成部 58 において電力指令値 $W01$, $W02$ を算出する際に次式のように補正量 Δr を反映させてもよい。

【0099】

$$W01 = P_s \times \{c_1 / (c_1 + c_2) + \Delta r\} \quad \cdots (11)$$

$$W02 = P_s \times \{c_2 / (c_1 + c_2) - \Delta r\} \quad \cdots (12)$$

以上のように、この実施の形態 2 においては、蓄電装置 6-1, 6-2 間の SOC の不均衡を是正するように、蓄電装置 6-1, 6-2 の SOC 差 ΔS に応じて放電電力分配率および充電電力分配率が補正される。したがって、この実施の形態 2 によれば、放電能力または充電能力の一方を阻害することなく、電源システム 1 全体としての充放電能力を最大限に発揮できる機会 (期間) を最大にすることができる。

【0100】

[実施の形態 3]

図 11 は、実施の形態 3 による車両の全体ブロック図である。図 11 を参照して、この車両 100 A は、図 1 に示した実施の形態 1 における車両 100 の構成において、電源システム 1 に代えて電源システム 1 A を備える。電源システム 1 A は、電源システム 1 の構成において、蓄電装置 6-2 に代えて蓄電装置 6-2 A を含み、コンバータ ECU 2 および電池 ECU 4 に代えてそれぞれコンバータ ECU 2 B および電池 ECU 4 A を含む。

【0101】

図 12 は、図 11 に示した蓄電装置 6-2 A の概略構成図である。図 12 を参照して、蓄電装置 6-2 A は、蓄電部 B1, B2 と、電流センサ 10-2 A, 10-2 B と、電圧センサ 12-2 A, 12-2 B と、システムメインリレー 14 A, 14 B とを含む。

【0102】

蓄電部 B1, B2 は、互いに並列して正極線 PL2 および負極線 NL2 に接続される。すなわち、蓄電部 B1, B2 は、互いに並列してコンバータ 8-2 に接続される。蓄電部 B1, B2 の各々は、充電可能な直流電源であり、たとえば、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの二次電池から成る。なお、蓄電部 B1, B2 の少なくとも一方を電気二重層キャパシタで構成してもよい。

【0103】

電流センサ 10-2 A, 10-2 B は、蓄電部 B1 に対して入出力される電流値 $Ib2A$ および蓄電部 B2 に対して入出力される電流値 $Ib2B$ をそれぞれ検出し、その検出結果をコンバータ ECU 2 B および電池 ECU 4 A (いずれも図示せず) へ出力する。電圧

10

20

30

40

50

センサ 12-2A, 12-2B は、蓄電部 B1 の電圧値 V_{b2A} および蓄電部 B2 の電圧値 V_{b2B} をそれぞれ検出し、その検出結果をコンバータ ECU2B および電池 ECU4A へ出力する。

【0104】

システムメインリレー 14A は、蓄電部 B1 の正極と正極線 PL2 との間に配設され、コンバータ ECU2B からの信号 SE2A に応じて、蓄電部 B1 とコンバータ 8-2 との電氣的な接続／切離を行なう。システムメインリレー 14B は、蓄電部 B2 の正極と正極線 PL2 との間に配設され、コンバータ ECU2B からの信号 SE2B に応じて、蓄電部 B2 とコンバータ 8-2 との電氣的な接続／切離を行なう。

【0105】

なお、この図 12 では、蓄電装置 6-2A は、互いに並列接続される 2 つの蓄電部 B1, B2 を含むものとして示されているが、蓄電装置 6-2A は、互いに並列接続される 3 つ以上の蓄電部を含むものであってもよい。以下では、蓄電装置 6-2A が 2 つの蓄電部 B1, B2 を含む場合について代表的に説明する。

【0106】

再び図 11 を参照して、電池 ECU4A は、蓄電装置 6-2A からの電流値 I_{b2A} および電圧値 V_{b2A} に基づいて、蓄電装置 6-2A の蓄電部 B1 (図 12) の SOC を示す状態量 SOC2A を算出し、その算出した状態量 SOC2A をコンバータ ECU2B へ出力する。また、電池 ECU4A は、蓄電装置 6-2A からの電流値 I_{b2B} および電圧値 V_{b2B} に基づいて、蓄電装置 6-2A の蓄電部 B2 (図 12) の SOC を示す状態量 SOC2B を算出し、その算出した状態量 SOC2B をコンバータ ECU2B へ出力する。なお、電池 ECU4A は、実施の形態 1 の電池 ECU4 と同様に、蓄電装置 6-1 の状態量 SOC1 も算出してコンバータ ECU2B へ出力する。

【0107】

コンバータ ECU2B は、電流センサ 10-1 および電圧センサ 12-1, 18 からの各検出値、蓄電装置 6-2A における各蓄電部の電圧および電流の各検出値、電池 ECU4A からの状態量 SOC1, SOC2A, SOC2B、ならびに駆動 ECU32 からの車両要求パワー P_s に基づいて、コンバータ 8-1, 8-2 をそれぞれ駆動するための駆動信号 PWC1, PWC2 を生成する。また、コンバータ ECU2B は、蓄電装置 6-2A のシステムメインリレー 14A, 14B (図 12) を規定のタイミングでオン／オフするための信号 SE2A, SE2B を生成してそれぞれシステムメインリレー 14A, 14B へ出力する。なお、コンバータ ECU2B の構成については、後ほど詳しく説明する。

【0108】

図 13 は、蓄電装置 6-1 および蓄電部 B1, B2 の電力分配制御の考え方を説明するための図である。図 13 を参照して、蓄電装置 6-1 については、図 3 で説明したとおりである。蓄電部 B1 について、許容放電電力 W_{out2A} は、蓄電部 B1 から瞬時に出力可能な電力の最大値であり、蓄電部 B1 の SOC が下限値 SL2 を下回ると、許容放電電力 W_{out2A} が制限される。許容充電電力 W_{in2A} は、蓄電部 B1 へ瞬時に入力可能な電力の最大値であり、蓄電部 B1 の SOC が上限値 SH2 を上回ると、許容充電電力 W_{in2A} が制限される。また、蓄電部 B2 について、許容放電電力 W_{out2B} は、蓄電部 B2 から瞬時に出力可能な電力の最大値であり、蓄電部 B2 の SOC が下限値 SL2 を下回ると、許容放電電力 W_{out2B} が制限される。許容充電電力 W_{in2B} は、蓄電部 B2 へ瞬時に入力可能な電力の最大値であり、蓄電部 B2 の SOC が上限値 SH2 を上回ると、許容充電電力 W_{in2B} が制限される。

【0109】

なお、許容放電電力および許容充電電力ならびにそれらが制限される SOC は、蓄電部の特性によって異なるものであるが、ここでは、蓄電部 B1, B2 は、同等の特性を有するものとし、蓄電部 B1, B2 の許容放電電力および許容充電電力ならびにそれらが制限される SOC は、略同等として説明する。

【0110】

仮に蓄電装置 6-1, 6-2 A から均等に充放電を行なうものとする、上述のように、蓄電装置 6-1, 6-2 A のいずれか一方において他方よりも先に許容放電電力または許容充電電力が制限され、蓄電装置 6-1, 6-2 A の充放電能力を合計した電源システム 1 A 全体としての充放電能力が低下し得る。ここで、この実施の形態 3 では、蓄電装置 6-2 A は、互いに並列してコンバータ 8-2 に接続される蓄電部 B 1, B 2 から成る。そこで、この実施の形態 3 では、蓄電部 B 1, B 2 の残存電力量の和および充電許容量の和が算出され、それらの算出値をそれぞれ蓄電装置 6-2 A の残存電力量および充電許容量として、蓄電装置 6-1, 6-2 A の放電電力分配率および充電電力分配率が算出される。これにより、電源システム 1 A 全体としての充放電能力を最大限に発揮できる機会（期間）を最大にすることができる。

10

【0111】

図 14 は、蓄電装置 6-1, 6-2 A の電力分配率の演算方法を説明するための図である。図 13 とともに図 14 を参照して、蓄電装置 6-1 の残存電力量 R 1 および充電許容量 C 1 がそれぞれ上記の式 (1) および式 (3) によって算出される。

【0112】

また、蓄電部 B 1 において許容放電電力 W o u t 2 A が制限される下限値 S L 2 に蓄電部 B 1 の S O C が達するまでの蓄電部 B 1 の残存電力量 R 2 A が次式によって算出される。

【0113】

$$R 2 A = A 2 (S 2 A - S L 2) \quad \cdots (13)$$

20

ここで、A 2 は、蓄電部 B 1 の蓄電容量を示し、S 2 A は、演算実行時の蓄電部 B 1 の S O C を示す。

【0114】

さらに、蓄電部 B 2 において許容放電電力 W o u t 2 B が制限される下限値 S L 2 に蓄電部 B 2 の S O C が達するまでの蓄電部 B 2 の残存電力量 R 2 B が次式によって算出される。

【0115】

$$R 2 B = A 3 (S 2 B - S L 2) \quad \cdots (14)$$

ここで、A 3 は、蓄電部 B 2 の蓄電容量を示し、S 2 B は、演算実行時の蓄電部 B 2 の S O C を示す。

30

【0116】

また、さらに、蓄電部 B 1, B 2 の S O C のいずれもが下限値 S L 2 に達するまでの蓄電装置 6-2 A の残存電力量 R 2 が次式によって算出される。

【0117】

$$R 2 = R 2 A + R 2 B \quad \cdots (15)$$

そして、電源システム 1 A から駆動力発生部 3 への給電時、蓄電装置 6-1, 6-2 A からの放電電力の分配率が R 1 : R 2 となるように蓄電装置 6-1, 6-2 A から放電を行なう。

【0118】

一方、蓄電部 B 1 において許容充電電力 W i n 2 A が制限される上限値 S H 2 に蓄電部 B 1 の S O C が達するまでの蓄電部 B 1 の充電許容量 C 2 A が次式によって算出される。

40

【0119】

$$C 2 A = A 2 (S H 2 - S 2 A) \quad \cdots (16)$$

また、蓄電部 B 2 において許容充電電力 W i n 2 B が制限される上限値 S H 2 に蓄電部 B 2 の S O C が達するまでの蓄電部 B 2 の充電許容量 C 2 B が次式によって算出される。

【0120】

$$C 2 B = A 3 (S H 2 - S 2 B) \quad \cdots (17)$$

さらに、蓄電部 B 1, B 2 の S O C のいずれもが上限値 S H 2 に達するまでの蓄電装置 6-2 A の充電許容量 C 2 が次式によって算出される。

【0121】

50

$$C2 = C2A + C2B \quad \cdots (18)$$

そして、駆動力発生部3から電源システム1Aへの給電時、蓄電装置6-1、6-2Aへの充電電力の分配率が $C1 : C2$ となるように蓄電装置6-1、6-2Aへの充電を行なう。

【0122】

図15は、蓄電装置6-1および蓄電部B1、B2のSOCの変化の一例を示した図である。なお、この図15では、蓄電装置6-1および蓄電部B1、B2のSOCの上限値は等しいものとし、下限値も等しいものとしている。そして、この図15では、蓄電装置6-1および蓄電部B1、B2の各々のSOCが上限値SHから下限値SLになるまで蓄電装置6-1および蓄電部B1、B2から放電される場合について示されている。

10

【0123】

図15を参照して、線k1は、蓄電装置6-1のSOCの変化を示し、線k2、k3は、それぞれ蓄電部B1、B2のSOCの変化を示す。時刻t0において蓄電装置6-1、6-2Aの双方にて放電が開始され、時刻t2において蓄電装置6-1、6-2AのSOCが同時に下限値SLに達するように、上記の式(1)、(13)～(15)に基づいて蓄電装置6-1、6-2Aの放電電力の分配率が算出される。

【0124】

蓄電装置6-2Aにおいては、時刻t0からt1までは、蓄電部B1から放電され、蓄電部B2に対応するシステムメインリレー14Bはオフされる。時刻t1において、蓄電部B1のSOCが下限値SLに達すると、蓄電部B1に対応するシステムメインリレー14Aがオフされるとともにシステムメインリレー14Bがオンされ、以降、蓄電部B2から放電される。そして、時刻t2において、蓄電装置6-1とともに蓄電部B2のSOCが下限値SLに達する。

20

【0125】

なお、この図15では、蓄電装置6-2Aにおいて、蓄電部B1が先に使用され、蓄電部B1のSOCが下限値に達した後、蓄電部B2が使用されるものとしたが、蓄電部B1、B2の使用順序を規定のタイミングで切替えるようにしてもよい。蓄電装置6-2AのSOCが下限値に達した後は、最後に使用されていた蓄電部がその後使用されるところ、SOCが下限値に達した後に使用される蓄電部が固定されると、その蓄電部の劣化が他方の蓄電部よりも早まるからである。

30

【0126】

なお、蓄電部B1、B2の使用順序の切替については、たとえば、車両システムが起動されるごとに最初に使用される蓄電部を切替えるようにしてもよいし、図15に示したように蓄電部B1、B2を順番に使用するのではなく、規定のタイミングで小刻みに切替えて交互に使用するようにしてもよい。

【0127】

図16は、図11に示したコンバータECU2Bの機能ブロック図である。図16を参照して、コンバータECU2Bは、図5に示した実施の形態1におけるコンバータECU2の構成において、放電分配率算出部52および充電分配率算出部54に代えてそれぞれ放電分配率算出部52Aおよび充電分配率算出部54Aを含み、蓄電部切替部92をさらに含む。

40

【0128】

放電分配率算出部52Aは、蓄電装置6-1の状態量SOC1、および蓄電装置6-2Aの蓄電部B1、B2の状態量SOC2A、SOC2Bを電池ECU4Aから受ける。そして、放電分配率算出部52Aは、上記(1)式を用いて蓄電装置6-1の残存電力量R1を算出するとともに、上記(13)～(15)式を用いて蓄電装置6-2Aの残存電力量R2を算出し、その算出した残存電力量R1、R2の比率に応じた放電電力分配率 $r1 : r2$ を切替部56へ出力する。

【0129】

充電分配率算出部54Aは、状態量SOC1、SOC2A、SOC2Bを電池ECU4

50

Aから受ける。そして、充電分配率算出部54Aは、上記(3)式を用いて蓄電装置6-1の充電許容量C1を算出するとともに、上記(16)～(18)式を用いて蓄電装置6-2Aの充電許容量C2を算出し、その算出した充電許容量C1、C2の比率に応じた充電電力分配率 $c1:c2$ を切替部56へ出力する。

【0130】

蓄電部切替部92は、蓄電部B1、B2の状態量SOC2A、SOC2Bに基づいて蓄電部B1、B2の使用切替を実行する。具体的には、蓄電部切替部92は、蓄電部B1を使用し、蓄電部B2を不使用とする場合には、システムメインリレー14A、14Bをそれぞれオン、オフさせるための信号SE2A、SE2Bを生成してシステムメインリレー14A、14Bへそれぞれ出力する。一方、蓄電部B2を使用し、蓄電部B1を不使用とする場合には、システムメインリレー14A、14Bをそれぞれオフ、オンさせるための信号SE2A、SE2Bを生成してシステムメインリレー14A、14Bへそれぞれ出力する。

10

【0131】

なお、蓄電部B1、B2の使用切替については、図15に示したように蓄電部B1、B2を順番に使用してもよいし、その場合には、車両システムが起動されるごとに最初に使用される蓄電部を切替えるようにしてもよい。あるいは、蓄電部B1、B2を小刻みに切替えて交互に使用するようにしてもよい。

【0132】

なお、特に詳細な説明は行なわないが、蓄電部B1が使用されているときは、駆動信号生成部62において、蓄電装置6-2Aの電流実績および電圧実績としてそれぞれ電流センサ10-2Aからの電流値Ib2Aおよび電圧センサ12-2Aからの電圧値Vb2Aが用いられる。一方、蓄電部B2が使用されているときは、蓄電装置6-2Aの電流実績および電圧実績としてそれぞれ電流センサ10-2Bからの電流値Ib2Bおよび電圧センサ12-2Bからの電圧値Vb2Bが駆動信号生成部62において用いられる。

20

【0133】

図17は、図11に示したコンバータECU2Bの制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて実行される。

【0134】

図17を参照して、このフローチャートは、図7に示したフローチャートにおいて、ステップS5、S25、S52、S82をさらに含む。すなわち、一連の処理が開始されると、コンバータECU2Bは、電池ECU4Aからの状態量SOC2A、SOC2Bに基づいて、上記(13)、(14)式を用いて蓄電部B1、B2の残存電力量R2A、R2Bを算出する(ステップS5)。そして、ステップS10へ処理が移行され、上記(1)、(15)式を用いて蓄電装置6-1の残存電力量R1および蓄電装置6-2Aの残存電力量R2がそれぞれ算出される。

30

【0135】

また、ステップS20において放電電力分配率 $r1:r2$ が算出されると、コンバータECU2Bは、状態量SOC2A、SOC2Bに基づいて、上記(16)、(17)式を用いて蓄電部B1、B2の充電許容量C2A、C2Bを算出する(ステップS25)。そして、ステップS30へ処理が移行され、上記(3)、(18)式を用いて蓄電装置6-1の充電許容量C1および蓄電装置6-2Aの充電許容量C2が算出される。

40

【0136】

また、ステップS50において車両要求パワーPsが正值であると判定されると(ステップS50においてYES)、コンバータECU2Bは、状態量SOC2A、SOC2Bに基づいて、上述した方法により蓄電部B1、B2の使用切替制御を実行する(ステップS52)。具体的には、上述した規定のタイミング(蓄電部B1のSOCが下限値に達したとき、車両システムが起動されたとき、あるいは、規定時間ごとに小刻みに)においてシステムメインリレー14A、14Bのオン、オフを切替える。そして、ステップS60

50

へ処理が移行される。

【0137】

また、ステップS50において車両要求パワー P_s が正值でないと判定された場合にも（ステップS50においてNO）、コンバータECU2Bは、状態量SOC2A、SOC2Bに基づいて、上述した方法により蓄電部B1、B2の使用切替制御を実行する（ステップS82）。そして、ステップS90へ処理が移行される。

【0138】

以上のように、この実施の形態3においては、蓄電装置6-2Aは、蓄電部B1、B2を含むところ、蓄電部B1、B2の残存電力量の和および充電許容量の和が算出され、それらの算出値をそれぞれ蓄電装置6-2Aの残存電力量R2および充電許容量C2として、蓄電装置6-1、6-2Aの放電電力分配率および充電電力分配率が算出される。したがって、この実施の形態3によっても、電源システム1A全体としての充放電能力を最大限に発揮できる機会（期間）を最大にすることができる。

10

【0139】

また、この実施の形態3においては、車両システムが起動されるごとに最初に使用される蓄電部を切替えたり、蓄電部B1、B2を小刻みに切替えて交互に使用するなどして、蓄電部B1、B2を交互に使用させることも可能である。これにより、蓄電部B1、B2のいずれか一方の使用頻度が他方に比べて高くなるのが防止され、蓄電部B1、B2の一方の劣化が他方に比べて早まるのを防止することができる。

20

【0140】

なお、特に図示しないが、蓄電部B1、B2の特性が同等である場合には、蓄電部B1、B2を交互に使用するのではなく、同時に使用するようにしてもよい。この場合、蓄電部B1、B2は短絡状態となるが、蓄電部B1、B2の特性が同等であるので、蓄電部B1、B2の一方から他方へ大きな短絡電流が流れることはない。なお、蓄電部B1、B2を同時使用する場合、蓄電部B1、B2の各々において電流および電圧を検出することなく、蓄電装置6-2A全体としての電流および電圧を検出して各制御に用いればよい。

【0141】

〔実施の形態4〕

この実施の形態4では、車両要求パワー P_s が蓄電装置6-1および蓄電部B1、B2の各々の許容放電電力および許容充電電力の範囲内にあるとき、コンバータ8-1、8-2を交互に動作させ、停止側のコンバータをゲート遮断する。これにより、コンバータにおけるスイッチング損失の低減が図られる。

30

【0142】

この実施の形態4による車両の全体構成は、図11、図12に示した実施の形態3による車両100Aと同じである。

【0143】

図18は、この実施の形態4における蓄電装置6-1および蓄電部B1のSOCの変化の一例を示した図である。なお、この図18は、図15の時刻 t_0 から t_1 の一部分を拡大したものに相当する。すなわち、蓄電装置6-2Aにおいて蓄電部B1を使用中の場合が示されている。

40

【0144】

図18を参照して、点線k11は、蓄電装置6-1の目標SOCを示し、点線k21は、蓄電装置6-2Aの蓄電部B1の目標SOCを示す。一方、実線k12は、蓄電装置6-1の状態量SOC1の変化を示し、実線k22は、蓄電部B1の状態量SOC2Aの変化を示す。

【0145】

時刻 $t_{11} \sim t_{12}$ においては、蓄電装置6-1に対応するコンバータ8-1はゲート遮断（シャットダウン）され、蓄電部B1に対応するコンバータ8-2のみが動作する。そして、車両要求パワー P_s をコンバータ8-2の電力指令値としてコンバータ8-2が制御される。この間、図示されるように、状態量SOC1は変化せず、状態量SOC2A

50

が減少する。

【0146】

そして、時刻 t_{12} において、蓄電部 $B1$ の目標SOCと状態量SOC $2A$ との乖離が規定値よりも大きくなると、今度はコンバータ $8-2$ がゲート遮断（シャットダウン）され、コンバータ $8-1$ のみが動作する。そして、車両要求パワー P_s をコンバータ $8-1$ の電力指令値としてコンバータ $8-1$ が制御される。この間、図示されるように、状態量SOC $2A$ は変化せず、状態量SOC 1 が減少する。

【0147】

時刻 t_{13} において、蓄電装置 $6-1$ の目標SOCと状態量SOC 1 との乖離が規定値よりも大きくなると、再びコンバータ $8-1$ がゲート遮断（シャットダウン）され、コンバータ $8-2$ のみが動作する。以降、コンバータ $8-1$ 、 $8-2$ の動作が交互に切替えられ、蓄電装置 $6-1$ と蓄電装置 $6-2A$ の蓄電部 $B1$ とが交互に使用される。

10

【0148】

なお、この実施の形態4では、蓄電装置 $6-2A$ は2つの蓄電部 $B1$ 、 $B2$ によって構成されているところ、点線 $k11$ で示される蓄電装置 $6-1$ の目標SOCおよび点線 $k21$ で示される蓄電部 $B1$ の目標SOCは、蓄電装置 $6-1$ の目標SOCの減少速度が蓄電部 $B1$ の目標SOCの減少速度の $1/2$ となるように決定される。

【0149】

また、このようなコンバータ $8-1$ 、 $8-2$ の動作切替制御が実行される条件としては、上述のように、車両要求パワー P_s が蓄電装置 $6-1$ および蓄電部 $B1$ 、 $B2$ の各々の許容放電電力および許容充電電力の範囲内にあることが必要である。

20

【0150】

図19は、実施の形態4におけるコンバータECU2Cの機能ブロック図である。図19を参照して、コンバータECU2Cは、図16に示した実施の形態3におけるコンバータECU2Bの構成においてコンバータ切替部94をさらに含む。

【0151】

コンバータ切替部94は、駆動力発生部3の駆動ECU32から車両要求パワー P_s を受け、蓄電装置 $6-1$ および蓄電部 $B1$ 、 $B2$ の状態量SOC 1 、SOC $2A$ 、SOC $2B$ を電池ECU4Aから受ける。そして、コンバータ切替部94は、その受けた車両要求パワー P_s および状態量SOC 1 、SOC $2A$ 、SOC $2B$ に基づいて、上述の方法によりコンバータ $8-1$ 、 $8-2$ の動作切替制御を実行する。具体的には、コンバータ切替部94は、コンバータ $8-1$ を動作させ、コンバータ $8-2$ をゲート遮断（シャットダウン）する場合には、コンバータ $8-2$ のゲート遮断（シャットダウン）を指示するための信号SD2を生成してコンバータ $8-2$ へ出力する。一方、コンバータ $8-2$ を動作させ、コンバータ $8-1$ をゲート遮断（シャットダウン）する場合には、コンバータ切替部94は、コンバータ $8-1$ のゲート遮断（シャットダウン）を指示するための信号SD1を生成してコンバータ $8-1$ へ出力する。

30

【0152】

図20は、実施の形態4におけるコンバータECU2Cの制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートの処理も、一定時間毎または所定の条件が成立するごとにメインルーチンから呼び出されて実行される。

40

【0153】

図20を参照して、このフローチャートは、図17に示したフローチャートにおいて、ステップS54、S56、S84、S86をさらに含む。すなわち、ステップS52において蓄電部 $B1$ 、 $B2$ の使用切替制御が実行されると、コンバータECU2Cは、車両要求パワー P_s が蓄電装置 $6-1$ および蓄電部 $B1$ 、 $B2$ の各々の許容放電電力よりも小さいか否かを判定する（ステップS54）。

【0154】

車両要求パワー P_s が各許容放電電力よりも小さいと判定されると（ステップS54においてYES）、コンバータECU2Cは、車両要求パワー P_s および状態量SOC 1 、

50

SOC2A, SOC2Bに基づいて、上述の方法によりコンバータ8-1, 8-2の動作切替制御を実行する(ステップS56)。そして、ステップS60へ処理が移行される。一方、車両要求パワーPsが各許容放電電力以上であると判定されると(ステップS54においてNO)、ステップS56は実行されず、ステップS60へ処理が移行される。

【0155】

また、ステップS82において蓄電部B1, B2の使用切替制御が実行されると、コンバータECU2Cは、車両要求パワーPsが蓄電装置6-1および蓄電部B1, B2の各々の許容充電電力(負値)よりも大きいかなんかを判定する(ステップS84)。

【0156】

車両要求パワーPsが各許容充電電力よりも大きいと判定されると(ステップS84においてYES)、コンバータECU2Cは、車両要求パワーPsおよび状態量SOC1, SOC2A, SOC2Bに基づいて、上述の方法によりコンバータ8-1, 8-2の動作切替制御を実行する(ステップS86)。そして、ステップS90へ処理が移行される。一方、車両要求パワーPsが各許容充電電力以下であると判定されると(ステップS84においてNO)、ステップS86は実行されず、ステップS90へ処理が移行される。

【0157】

以上のように、この実施の形態4においては、車両要求パワーPsが蓄電装置6-1および蓄電部B1, B2の各々の許容放電電力および許容充電電力の範囲内にあるとき、コンバータ8-1, 8-2が交互にゲート遮断(シャットダウン)される。したがって、この実施の形態4によれば、コンバータ8-1, 8-2におけるスイッチング損失を低減することができる。

【0158】

なお、上記の実施の形態4においては、蓄電装置6-2Aが蓄電部B1, B2から成る電源システムにおいてコンバータ8-1, 8-2を交互にゲート遮断(シャットダウン)するものとしたが、実施の形態1, 2における電源システムにおいても、コンバータ8-1, 8-2を交互にゲート遮断(シャットダウン)する同様の制御を適用可能である。

【0159】

なお、上記の各実施の形態において、コンバータECU2, 2A~2Cが行なう処理は、実際には、CPU(Central Processing Unit)によって行なわれる。CPUは、上記の機能ブロックおよびフローチャートに示される処理を実行するためのプログラムをROM(Read Only Memory)から読出し、その読出したプログラムを実行して上記の機能ブロックおよびフローチャートに従って処理を実行する。したがって、ROMは、上記の機能ブロックおよびフローチャートに示される処理を実行するためのプログラムを記録したコンピュータ(CPU)読取可能な記録媒体に相当する。

【0160】

なお、上記の各実施の形態においては、電源システム1から駆動力発生部3への給電時および駆動力発生部3から電源システム1への給電時のいずれにおいても、それぞれ放電電力分配率および充電電力分配率に従ってコンバータ8-1, 8-2が制御されるものとしたが、電源システム1から駆動力発生部3への給電時および駆動力発生部3から電源システム1への給電時のいずれか一方のときのみ、放電電力分配率または充電電力分配率に従ってコンバータ8-1, 8-2が制御されるものとしてもよい。すなわち、放電電力分配率に従う電力分配制御と、充電電力分配率に従う電力分配制御とは、必ずしもセットで実行されなければならないものではない。

【0161】

また、上記においては、電源システム1が蓄電装置を2つ含む場合について説明したが、この発明は、蓄電装置が2つの場合に限定されるものではなく、蓄電装置が3つ以上並列に設けられる場合にも適用可能である。その場合、各蓄電装置ごとに残存電力量および充電許容量を算出し、その算出された残存電力量および充電許容量に基づいて蓄電装置間の放電電力分配率および充電電力分配率を算出することができる。そして、その算出された放電電力分配率および充電電力分配率に基づいて各蓄電装置の電力指令値を算出し、各

コンバータを制御することができる。

【0162】

また、上記の実施の形態3、4においては、蓄電装置6-2Aは、2つの蓄電部B1、B2から成るものとしたが、この発明は、蓄電部が2つの場合に限定されるものではなく、蓄電部が3つ以上並列接続される場合にも適用可能である。

【0163】

なお、上記において、主正母線MPLおよび主負母線MNLは、この発明における「電力線」に対応し、コンバータECU2、2A~2Cは、この発明における「制御装置」に対応する。また、放電分配率算出部52および充電分配率算出部54、ならびに放電分配率算出部52Aおよび充電分配率算出部54Aは、この発明における「分配率算出部」に対応する。さらに、切替部56、電力指令生成部58、制限部60および駆動信号生成部62、ならびに蓄電部切替部92およびコンバータ切替部94は、この発明における「コンバータ制御部」を形成する。また、さらに、補正值算出部64および補正部66、68は、この発明における「補正部」を形成する。

【0164】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味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。

【図面の簡単な説明】

【0165】

【図1】この発明の実施の形態1による車両の全体ブロック図である。

【図2】図1に示すコンバータの概略構成図である。

【図3】蓄電装置の電力分配制御の考え方を説明するための図である。

【図4】蓄電装置の電力分配率の演算方法を説明するための図である。

【図5】図1に示すコンバータECUの機能ブロック図である。

【図6】図5に示す駆動信号生成部の詳細な機能ブロック図である。

【図7】図1に示すコンバータECUの制御構造を説明するためのフローチャートである。

【図8】この実施の形態2におけるコンバータECUの機能ブロック図である。

【図9】蓄電装置のSOC差と補正量との関係を示す図である。

【図10】図8に示すコンバータECUの制御構造を説明するためのフローチャートである。

【図11】実施の形態3による車両の全体ブロック図である。

【図12】図11に示す蓄電装置の概略構成図である。

【図13】蓄電装置および蓄電部の電力分配制御の考え方を説明するための図である。

【図14】蓄電装置の電力分配率の演算方法を説明するための図である。

【図15】蓄電装置および蓄電部のSOCの変化の一例を示した図である。

【図16】図11に示すコンバータECUの機能ブロック図である。

【図17】図11に示すコンバータECUの制御構造を説明するためのフローチャートである。

【図18】この実施の形態4における蓄電装置および蓄電部のSOCの変化の一例を示した図である。

【図19】実施の形態4におけるコンバータECUの機能ブロック図である。

【図20】実施の形態4におけるコンバータECUの制御構造を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【0166】

1, 1A 電源システム、2, 2A~2C コンバータECU、3 駆動力発生部、4, 4A 電池ECU、6-1, 6-2, 6-2A 蓄電装置、8-1, 8-2 コンバー

10

20

30

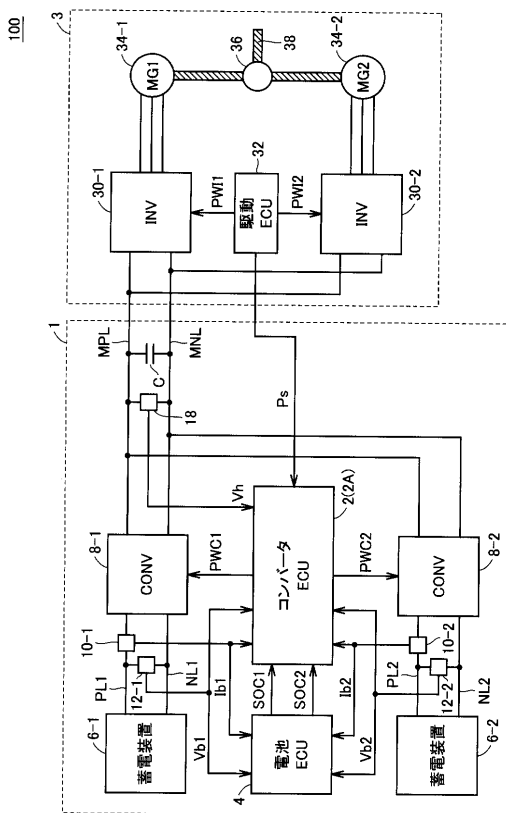
40

50

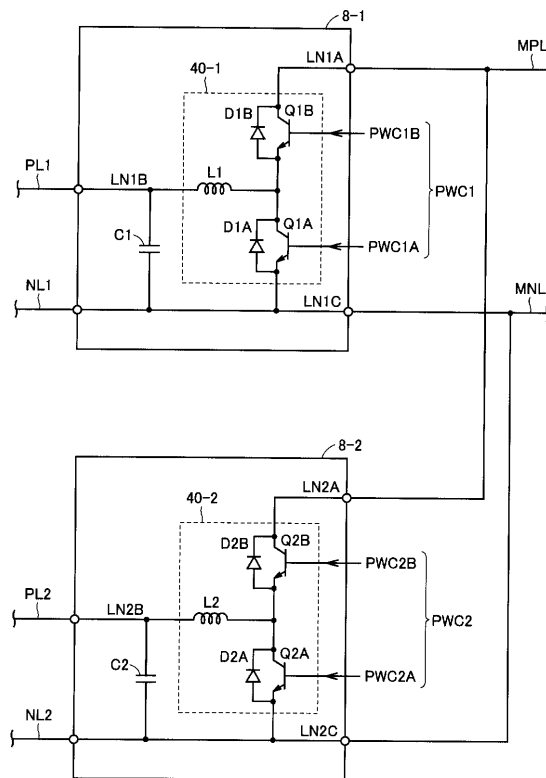
タ、10-1, 10-2, 10-2A, 10-2B 電流センサ、12-1, 12-2, 12-2A, 12-2B, 18 電圧センサ、14A, 14B システムメインリレー、30-1, 30-2 インバータ、32 駆動ECU、34-1, 34-2 モータジェネレータ、36 動力伝達機構、38 駆動軸、40-1, 40-2 チョップパ回路、52, 52A 放電分配率算出部、54, 54A 充電分配率算出部、56 切替部、58 電力指令生成部、60 制限部、62 駆動信号生成部、64 補正值算出部、66, 68 補正部、72-1, 72-2 除算部、74-1, 74-2, 78-1, 78-2 減算部、76-1, 76-2 PI制御部、80-1, 80-2 変調部、92 蓄電部切替部、94 コンバータ切替部、100, 100A 車両、MPL 主正母線、MNL 主負母線、PL1, PL2 正極線、NL1, NL2 負極線、C, C1, C2 平滑コンデンサ、LN1A, LN2A 正母線、LN1C, LN2C 負母線、LN1B, LN2B 配線、Q1A, Q1B, Q2A, Q2B トランジスタ、D1A, D1B, D2A, D2B ダイオード、L1, L2 インダクタ、B1, B2 蓄電部。

10

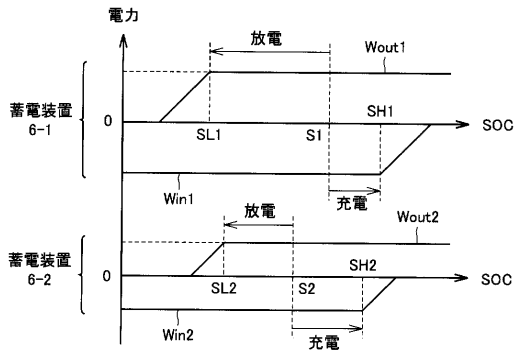
【図1】



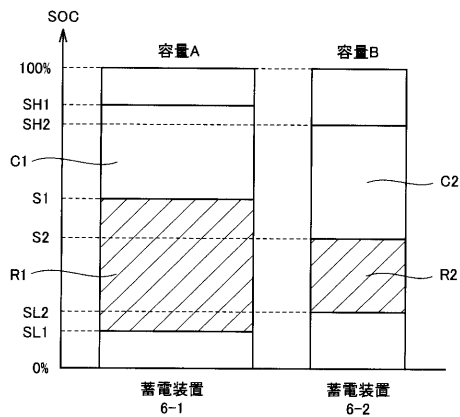
【図2】



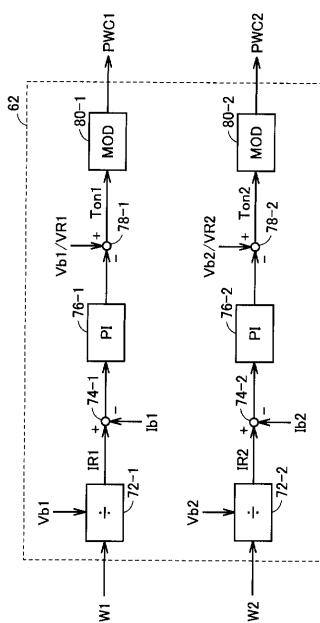
【図 3】



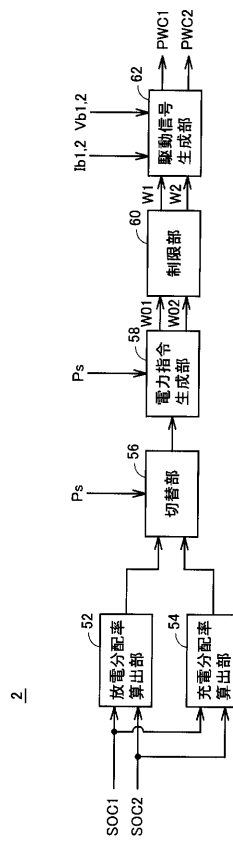
【図 4】



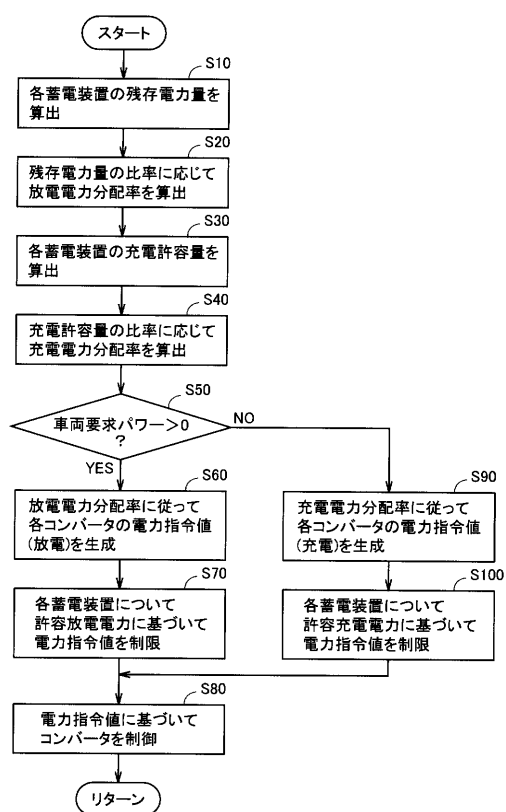
【図 6】



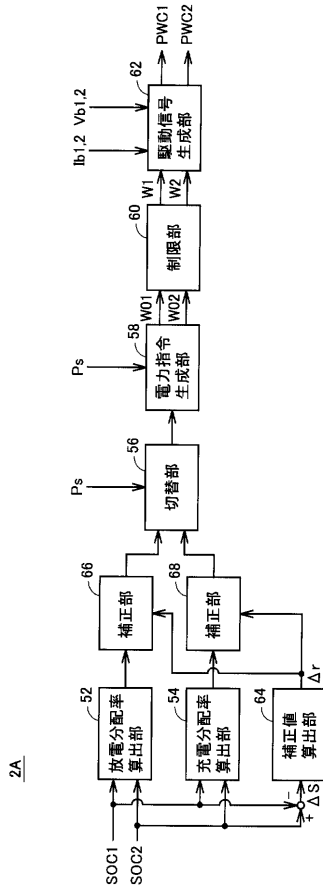
【図 5】



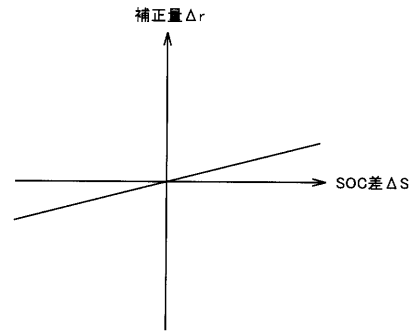
【図 7】



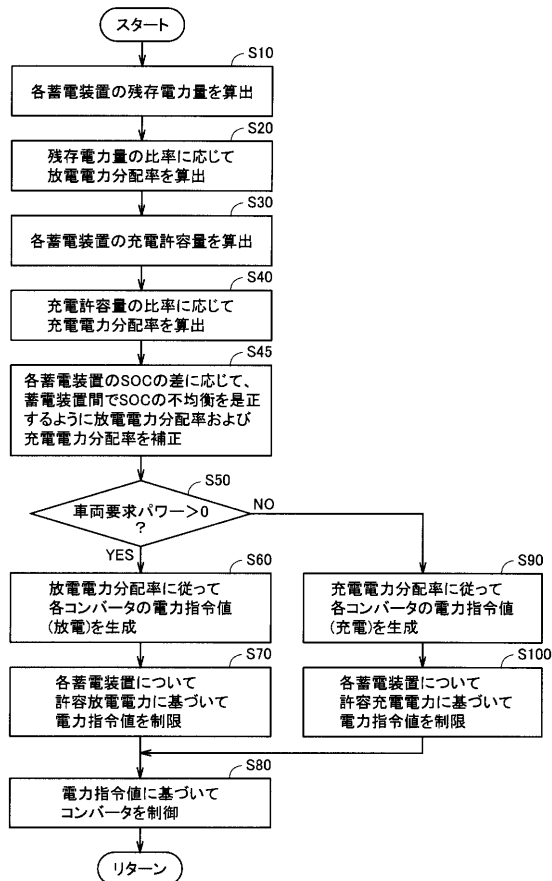
【図 8】



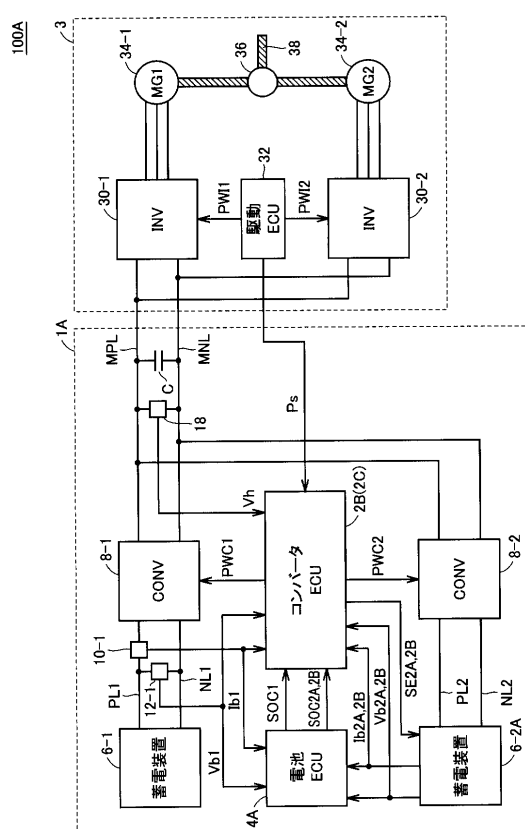
【図 9】



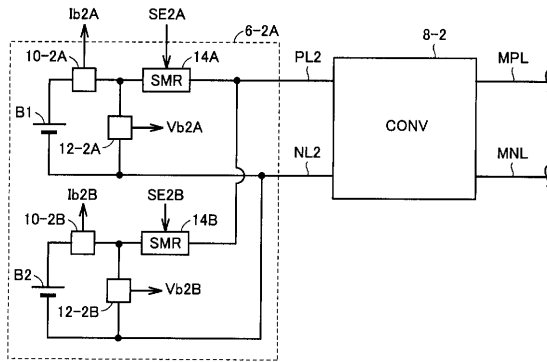
【図 10】



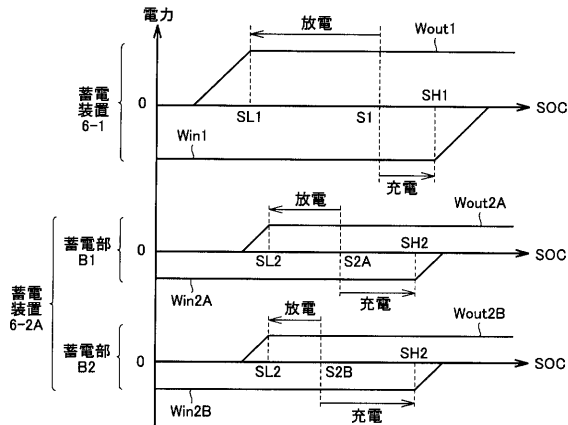
【図 11】



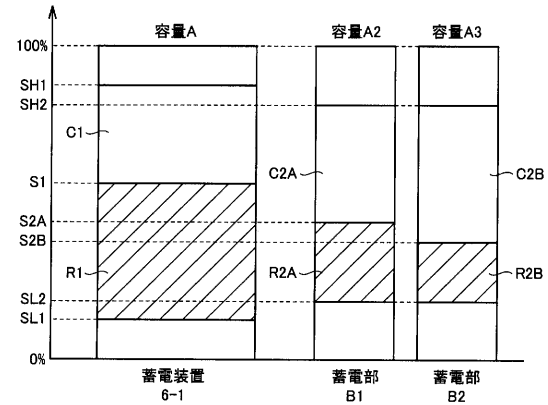
【図 1 2】



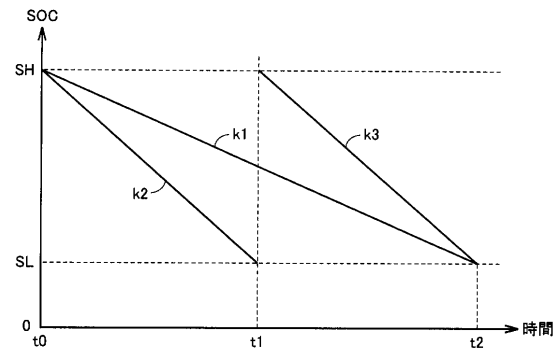
【図 1 3】



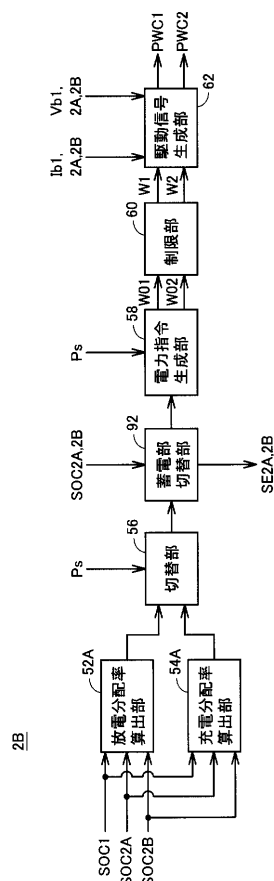
【図 1 4】



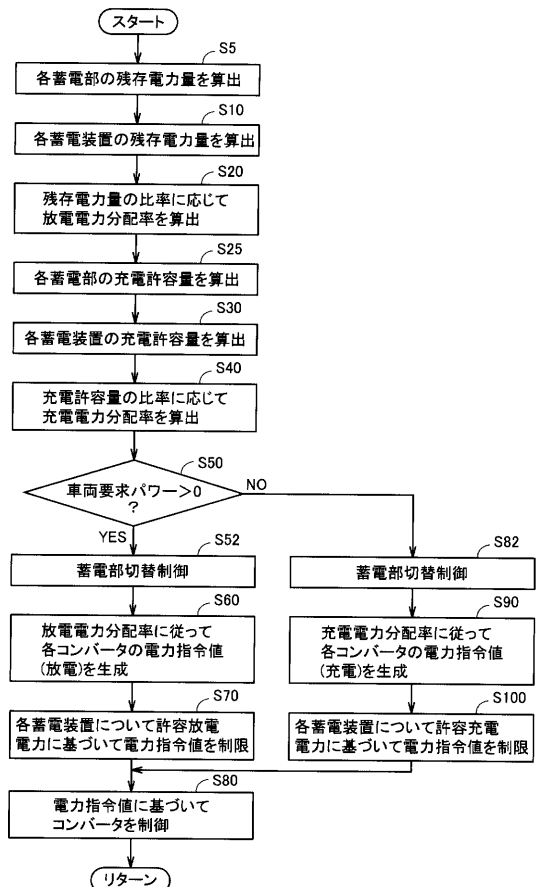
【図 1 5】



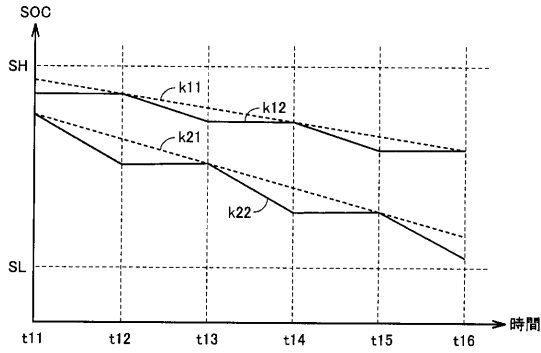
【図 1 6】



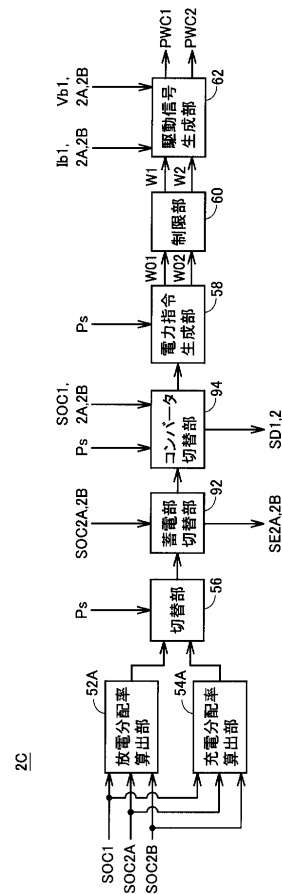
【図 1 7】



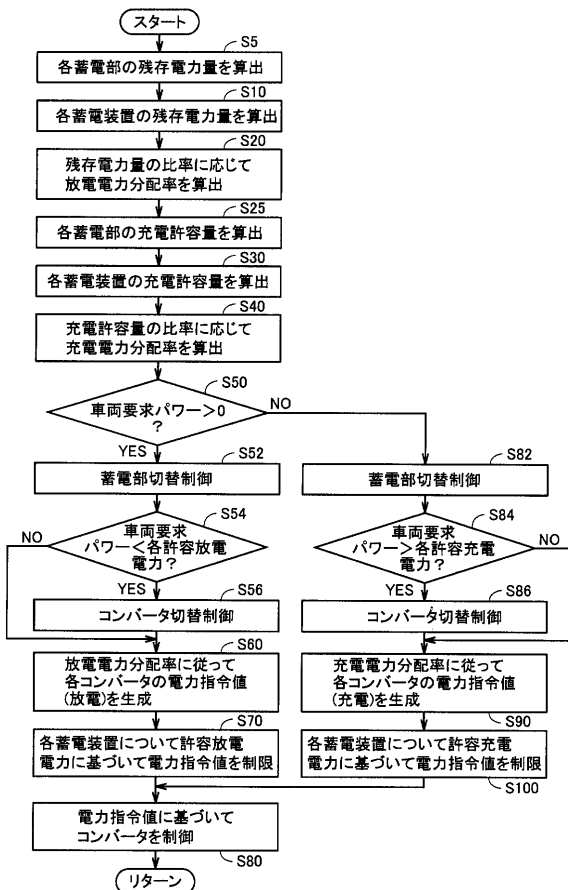
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 L 3/00 S

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開2003-209969 (JP, A)
特開2004-147477 (JP, A)
特開平06-209532 (JP, A)
特開平10-174305 (JP, A)
特開2003-219510 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 7 / 0 0
B 6 0 L 3 / 0 0
H 0 1 M 1 0 / 4 4
H 0 2 J 7 / 0 2
H 0 2 M 3 / 1 5 5