

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5370485号
(P5370485)

(45) 発行日 平成25年12月18日 (2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日 (2013.9.27)

(51) Int. Cl.		F I			
H02P	9/04	(2006.01)	H02P	9/04	M
H02J	7/16	(2006.01)	H02J	7/16	X

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-520759 (P2011-520759)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成22年6月9日 (2010.6.9)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/003843		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02011/001606	(74) 代理人	100109667
(87) 国際公開日	平成23年1月6日 (2011.1.6)		弁理士 内藤 浩樹
審査請求日	平成25年2月12日 (2013.2.12)	(74) 代理人	100120156
(31) 優先権主張番号	特願2009-153386 (P2009-153386)		弁理士 藤井 兼太郎
(32) 優先日	平成21年6月29日 (2009.6.29)	(74) 代理人	100137202
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 寺内 伊久郎
		(72) 発明者	秋政 向志
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニクス株式会社 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動体に搭載される電源装置であって、
 充放電可能な主電源と、
 出力端子とグランド端子とを有し、前記出力端子で前記主電源に接続され、前記動体を減速させる際に回生電力を発生する発電機と、
 第1端と第2端とを有し、前記第1端で前記発電機の前記出力端子に電氣的に接続されたDC/DCコンバータと、
 前記DC/DCコンバータの前記第2端に電氣的に接続された蓄電部と、
 前記発電機の前記出力端子と前記発電機の前記グランド端子との間に電氣的に直接接続され、前記出力端子の出力電圧 (Vd) を検出する出力電圧検出回路と、
 前記DC/DCコンバータと前記出力電圧検出回路とに電氣的に接続された制御回路と、
 前記出力電圧 (Vd) を調整するための調整電圧 (Va) を前記発電機に inputs する調整電圧制御部と、を備え、
 前記発電機が前記回生電力を発生するタイミングを受けて、前記調整電圧制御部は前記調整電圧 (Va) を第1既定出力電圧 (Vdc1) に設定し、前記制御回路は前記出力電圧 (Vd) が前記第1既定出力電圧 (Vdc1) よりも低い下方制御電圧 (Vdk) になるように前記DC/DCコンバータを制御し、
 前記発電機が前記回生電力の発生を終了するタイミングを受けて、前記調整電圧制御部は前記調整電圧 (Va) を前記第1既定出力電圧 (Vdc1) よりも低い第2既定出力電圧

10

20

(V d c 2) に設定し、前記制御回路は、前記出力電圧 (V d) が前記第 2 既定出力電圧 (V d c 2) よりも高い上方制御電圧 (V d u) になるように前記 D C / D C コンバータを制御し、
前記下方制御電圧 (V d k) は、前記回生電力が前記主電源に最大限充電される値に設定されている、
電源装置。

【請求項 2】

前記上方制御電圧 (V d u) は、前記蓄電部が放電可能で、かつ前記主電源の電圧にできるだけ近い値に設定されている、
請求項 1 記載の電源装置。

10

【請求項 3】

前記蓄電部および前記制御回路に電氣的に接続され、前記蓄電部の電圧 (V c) を検出する蓄電部電圧検出回路をさらに備え、
前記制御回路は、前記蓄電部電圧検出回路が検知した前記電圧 (V c) が上限電圧 (V c u) に至れば、前記上限電圧 (V c u) を維持するように前記 D C / D C コンバータを制御し、前記蓄電部電圧検出回路が検知した前記電圧 (V c) が下限電圧 (V c k) に至れば、前記下限電圧 (V c k) を維持するように前記 D C / D C コンバータを制御する、
請求項 1 記載の電源装置。

【請求項 4】

前記第 1 既定出力電圧 (V d c 1) と前記下方制御電圧 (V d k) との差である第 1 既定電圧幅 ($\Delta V 1$) と、前記上方制御電圧 (V d u) と前記第 2 既定出力電圧 (V d c 2) との差である第 2 既定電圧幅 ($\Delta V 2$) とが、前記発電機の出力電圧最大誤差幅と前記 D C / D C コンバータの電圧制御最大誤差幅の和である総誤差幅 ($\Delta V e r$) に設定されている、
請求項 1 記載の電源装置。

20

【請求項 5】

前記調整電圧制御部は前記調整電圧 (V a) をデジタル信号により前記発電機に入力する、
請求項 1 記載の電源装置。

【請求項 6】

前記調整電圧制御部が前記調整電圧 (V a) を前記第 1 既定出力電圧 (V d c 1) と前記第 2 既定出力電圧 (V d c 2) との間を切り替える際に、既定経時切替関数により徐々に切り替える、
請求項 1 記載の電源装置。

30

【請求項 7】

前記第 1 既定出力電圧 (V d c 1) と前記下方制御電圧 (V d k) との差を第 1 既定電圧幅 ($\Delta V 1$) と定義し、前記上方制御電圧 (V d u) と前記第 2 既定出力電圧 (V d c 2) との差を第 2 既定電圧幅 ($\Delta V 2$) と定義するとき、
前記発電機が前記回生電力を発生する際には、前記調整電圧 (V a) が前記既定経時切替関数にしたがって徐々に前記第 2 既定出力電圧 (V d c 2) から前記第 1 既定出力電圧 (V d c 1) まで上げられるとともに、前記制御回路は前記調整電圧 (V a) が前記 D C / D C コンバータの基準電圧 (V s t) より前記第 1 既定電圧幅 ($\Delta V 1$) だけ高くなった時に、前記調整電圧 (V a) より前記第 1 既定電圧幅 ($\Delta V 1$) だけ低い状態を維持するように前記基準電圧 (V s t) を制御し、
前記回生電力の発生が終了すると、前記調整電圧 (V a) が前記既定経時切替関数にしたがって徐々に前記第 1 既定出力電圧 (V d c 1) から前記第 2 既定出力電圧 (V d c 2) まで下げられるとともに、前記制御回路は前記調整電圧 (V a) が前記基準電圧 (V s t) より前記第 2 既定電圧幅 ($\Delta V 2$) だけ低くなった時に、前記調整電圧 (V a) より前記第 2 既定電圧幅 ($\Delta V 2$) だけ高い状態を維持するように前記基準電圧 (V s t) を制御する、

40

50

請求項 6 記載の電源装置。

【請求項 8】

動体に搭載される電源装置であって、

充放電可能な主電源と、

出力端子とグラウンド端子とを有し、前記出力端子で前記主電源に接続され、前記動体を減速させる際に回生電力を発生する発電機と、

第 1 端と第 2 端とを有し、前記第 1 端で前記発電機の前記出力端子に電氣的に接続された DC / DC コンバータと、

前記 DC / DC コンバータの前記第 2 端に電氣的に接続された蓄電部と、

前記発電機と電氣的に接続され、前記発電機が電圧制御を行なう対象となる回路部分に設けた調整端子と、

前記調整端子と前記発電機の前記グラウンド端子との間に電氣的に直接接続され、前記調整端子に対して調整する電圧である出力電圧 (Vd) を検出する出力電圧検出回路と、

前記 DC / DC コンバータと前記出力電圧検出回路とに電氣的に接続された制御回路と、

前記出力電圧 (Vd) を調整するための調整電圧 (Va) を前記発電機に入力する調整電圧制御部と、を備え、

前記発電機が前記回生電力を発生するタイミングを受けて、前記調整電圧制御部は前記調整電圧 (Va) を第 1 既定出力電圧 (Vdc1) に設定し、前記制御回路は前記出力電圧 (Vd) が前記第 1 既定出力電圧 (Vdc1) よりも低い下方制御電圧 (Vdk) になるように前記 DC / DC コンバータを制御し、

前記発電機が前記回生電力の発生を終了するタイミングを受けて、前記調整電圧制御部は前記調整電圧 (Va) を前記第 1 既定出力電圧 (Vdc1) よりも低い第 2 既定出力電圧 (Vdc2) に設定し、前記制御回路は、前記出力電圧 (Vd) が前記第 2 既定出力電圧 (Vdc2) よりも高い上方制御電圧 (Vdu) になるように前記 DC / DC コンバータを制御し、

前記下方制御電圧 (Vdk) は、前記回生電力が前記主電源に最大限充電される値に設定されている、

電源装置。

【請求項 9】

前記上方制御電圧 (Vdu) は、前記蓄電部が放電可能で、かつ前記主電源の電圧にできるだけ近い値に設定されている、

請求項 8 記載の電源装置。

【請求項 10】

前記蓄電部および前記制御回路に電氣的に接続され、前記蓄電部の電圧 (Vc) を検出する蓄電部電圧検出回路をさらに備え、

前記制御回路は、前記蓄電部電圧検出回路が検知した前記電圧 (Vc) が上限電圧 (Vcu) に至れば、前記上限電圧 (Vcu) を維持するように前記 DC / DC コンバータを制御し、前記蓄電部電圧検出回路が検知した前記電圧 (Vc) が下限電圧 (Vck) に至れば、前記下限電圧 (Vck) を維持するように前記 DC / DC コンバータを制御する、

請求項 8 記載の電源装置。

【請求項 11】

前記第 1 既定出力電圧 (Vdc1) と前記下方制御電圧 (Vdk) との差である第 1 既定電圧幅 ($\Delta V1$) と、前記上方制御電圧 (Vdu) と前記第 2 既定出力電圧 (Vdc2) との差である第 2 既定電圧幅 ($\Delta V2$) とが、前記発電機の出力電圧最大誤差幅と前記 DC / DC コンバータの電圧制御最大誤差幅の和である総誤差幅 (ΔVer) に設定されている、

請求項 8 記載の電源装置。

【請求項 12】

前記調整電圧制御部は前記調整電圧 (Va) をデジタル信号により前記発電機に入力する、

10

20

30

40

50

請求項 8 記載の電源装置。

【請求項 1 3】

前記調整電圧制御部が前記調整電圧 (V_a) を前記第 1 既定出力電圧 (V_{dc1}) と前記第 2 既定出力電圧 (V_{dc2}) との間を切り替える際に、既定経時切替関数により徐々に切り替える、

請求項 8 記載の電源装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 既定出力電圧 (V_{dc1}) と前記下方制御電圧 (V_{dk}) との差を第 1 既定電圧幅 (ΔV_1) と定義し、前記上方制御電圧 (V_{du}) と前記第 2 既定出力電圧 (V_{dc2}) との差を第 2 既定電圧幅 (ΔV_2) と定義するとき、

前記発電機が前記回生電力を発生する際には、前記調整電圧 (V_a) が前記既定経時切替関数にしたがって徐々に前記第 2 既定出力電圧 (V_{dc2}) から前記第 1 既定出力電圧 (V_{dc1}) まで上げられるとともに、前記制御回路は前記調整電圧 (V_a) が前記 DC/DC コンバータの基準電圧 (V_{st}) より前記第 1 既定電圧幅 (ΔV_1) だけ高くなった時に、前記調整電圧 (V_a) より前記第 1 既定電圧幅 (ΔV_1) だけ低い状態を維持するように前記基準電圧 (V_{st}) を制御し、

前記回生電力の発生が終了すると、前記調整電圧 (V_a) が前記既定経時切替関数にしたがって徐々に前記第 1 既定出力電圧 (V_{dc1}) から前記第 2 既定出力電圧 (V_{dc2}) まで下げられるとともに、前記制御回路は前記調整電圧 (V_a) が前記基準電圧 (V_{st}) より前記第 2 既定電圧幅 (ΔV_2) だけ低くなった時に、前記調整電圧 (V_a) より前記第 2 既定電圧幅 (ΔV_2) だけ高い状態を維持するように前記基準電圧 (V_{st}) を制御する、

請求項 1 3 記載の電源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電素子に電力を蓄え、蓄えた電力を必要な時に蓄電素子から放電させる電源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、制動時に発生する回生電力を蓄電素子に蓄えて有効利用することにより、省燃費にした車両が提案されている。このような車両に用いられる電力制御装置が、例えば特許文献 1 に提案されている。図 5 はこのような電力制御装置のブロック回路図である。

【0003】

主電源 101 は鉛バッテリーであり、その正極にはイグニションスイッチ 103 を介して負荷 105 が接続されている。また、主電源 101 の正極には車両用の発電機 107 が接続されている。発電機 107 はエンジン 109 と機械的に接続されており、エンジン 109 の動作により発電機 107 が駆動される。さらに、エンジン 109 はタイヤ 111 に機械的に接続されており、エンジン 109 の駆動力によりタイヤ 111 が回転し、車両を走行させる。また、制動による減速時には、車両の慣性によりタイヤ 111 が回転し、これによりエンジン 109 も回転する。この回転エネルギーにより発電機 107 が駆動され、回生電力が生じる。

【0004】

このような車両に対し、回生電力を効率よく回収するために、発電機 107 には DC/DC コンバータ 113 を介して蓄電素子 115 が接続されている。蓄電素子 115 は大容量の電気二重層キャパシタで構成されているので、急減速時等に発生する短期間の大電力を効率よく回収できる。また、DC/DC コンバータ 113 には、その動作を制御するために演算装置 117 が接続されている。さらに、演算装置 117 には車両側から様々な信号を受信するための信号受信用端子 119 が設けられている。したがって、演算装置 117 は車両の走行状態やエンジン 109 の動作状態、主電源 101 の電圧状態等を信号受信

10

20

30

40

50

用端子 119 から受信することにより、それらの状態に応じて DC/DC コンバータ 113 を制御し、蓄電素子 115 の充放電を制御する。

【0005】

このような電力制御装置によって、短期間に発生する大電力を含む減速時の回生電力を、一旦蓄電素子 115 に充電することができる。そして、減速時以外に充電した回生電力を主電源 101 や負荷 105 に供給することができる。その結果、効率よく制動エネルギーを回生することが可能となる。

【0006】

しかしながら DC/DC コンバータ 113 の効率は、例えば 100 A の電流を流した場合、80% 程度であるので、20% 分は熱損失となる。しかも、このような回路構成では、蓄電素子 115 に充電する場合にも蓄電素子 115 が放電する場合にも、DC/DC コンバータ 113 を電流が流れる。そのため、充電、放電のそれぞれの過程で上記の熱損失が 2 回発生する。したがって、全体の効率が低下する可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開平 06-296332 号公報

【発明の概要】

【0008】

本発明は、定電圧制御による蓄電部の充放電における全体効率を向上することが可能な、動体に搭載される電源装置である。

【0009】

本発明の電源装置は、充放電可能な主電源と、発電機と、DC/DC コンバータと、蓄電部と、出力電圧検出回路と、制御回路と、調整電圧制御部と、を有する。発電機は出力端子とグランド端子とを有し、出力端子で主電源に接続され、動体を減速させる際に回生電力を発生する。DC/DC コンバータは第 1 端と第 2 端とを有し、第 1 端で発電機の出力端子に電氣的に接続されている。蓄電部は DC/DC コンバータの第 2 端に電氣的に接続されている。出力電圧検出回路は発電機の出力端子とグランド端子との間に電氣的に直接接続され、出力端子の出力電圧 (Vd) を検出する。制御回路は DC/DC コンバータと出力電圧検出回路とに電氣的に接続されている。調整電圧制御部は出力電圧 (Vd) を調整するための調整電圧 (Va) を発電機に入力する。調整電圧制御部は発電機が回生電力を発生するタイミングを受けて、調整電圧 (Va) を第 1 既定出力電圧 (Vdc1) に設定する。そして制御回路は出力電圧 (Vd) が第 1 既定出力電圧 (Vdc1) よりも低い下方制御電圧 (Vdk) になるように DC/DC コンバータを制御する。また調整電圧制御部は、発電機が回生電力の発生を終了するタイミングを受けて、調整電圧 (Va) を第 1 既定出力電圧 (Vdc1) よりも低い第 2 既定出力電圧 (Vdc2) に設定する。そして制御回路は出力電圧 (Vd) が第 2 既定出力電圧 (Vdc2) よりも高い上方制御電圧 (Vdu) になるように DC/DC コンバータを制御する。そして下方制御電圧 (Vdk) は、回生電力が主電源に最大限充電される値に設定されている。

【0010】

あるいは、発電機が電圧制御を行なう対象となる回路部分に、発電機と電氣的に接続された調整端子が設けられ、出力電圧検出回路は発電機の出力端子に替えて調整端子に電氣的に直接接続され、調整端子に対して調整される電圧である出力電圧 (Vd) を検出するように構成する。

【0011】

本発明によれば、回生電力が主電源に最大限充電される値に設定された下方制御電圧 (Vdk) になるように出力電圧 (Vd) を制御する。そのため、回生電力を蓄電部と主電源に充電する際、主電源への充電量を増大することができる。したがって、その分、蓄電部を充電する時の DC/DC コンバータや配線抵抗による熱損失を低減できる。これにより電源装置の効率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態1による電源装置のブロック回路図

【図2A】本発明の実施の形態1における電源装置を搭載した車両の速度の経時変化図

【図2B】本発明の実施の形態1における電源装置の発電機の調整電圧 V_a の経時変化図

【図2C】本発明の実施の形態1における電源装置の発電機の出力電圧 V_d の経時変化図

【図2D】本発明の実施の形態1における電源装置のDC/DCコンバータの基準電圧 V_{st} の経時変化図

【図2E】本発明の実施の形態1における電源装置の蓄電部の電圧 V_c の経時変化図

【図3A】本発明の実施の形態2における電源装置を搭載した車両の速度の経時変化図

【図3B】本発明の実施の形態2における電源装置の発電機の調整電圧 V_a の経時変化図

【図3C】本発明の実施の形態2における電源装置の発電機の出力電圧 V_d の経時変化図

【図3D】本発明の実施の形態2における電源装置のDC/DCコンバータの基準電圧 V_{st} の経時変化図

【図3E】本発明の実施の形態2における電源装置の蓄電部の電圧 V_c の経時変化図

【図4】本発明の実施の形態3による電源装置のブロック回路図

【図5】従来の電力制御装置のブロック回路図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら説明する。なお各実施の形態において、先行する実施の形態と同様の構成をなすものには同じ符号を付して説明し、詳細な説明を省略する場合がある。

【0014】

(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態1による電源装置のブロック回路図である。図2A～図2Eは本発明の実施の形態1における電源装置の各種特性の経時変化図である。図2Aはこの電源装置を搭載した車両の速度の経時変化を、図2Bは発電機の調整電圧 V_a の経時変化を、図2Cは発電機の出力電圧 V_d の経時変化を、図2DはDC/DCコンバータの基準電圧 V_{st} の経時変化を、図2Eは蓄電部の電圧 V_c の経時変化図を、それぞれ示す。なお、図1において太線は電力系配線を、細線は信号系配線を、それぞれ示す。また、図2の各図において、横軸は時刻である。この電源装置は動体である例えば車両に搭載されている。この電源装置は充放電可能な主電源17と、発電機11と、DC/DCコンバータ23と、蓄電部29と、出力電圧検出回路31と、制御回路35と、蓄電部電圧検出回路33とを有する。

【0015】

主電源17は例えば鉛バッテリーで構成されている。発電機11は出力端子13とグランド端子22とを有し、出力端子13で電力系配線により主電源17に接続され、車両を減速させる際に回生電力を発生する。すなわち、発電機11はエンジン（図示せず）と機械的に接続されており、エンジンの回転に応じて電力を発生する。

【0016】

なお、発電機11の出力端子13における出力電圧 V_d は、車両側制御回路37からの信号、すなわち調整電圧 V_a によって設定される。本実施の形態では、調整電圧 V_a が第1既定出力電圧 V_{dc1} と第2既定出力電圧 V_{dc2} の2段階であるとする。また第1既定出力電圧 V_{dc1} を15V、第2既定出力電圧 V_{dc2} を13Vとする。このように、車両側制御回路37は発電機11の出力端子13の出力電圧 V_d を調整するための調整電圧 V_a を発電機11に入力する調整電圧制御部として機能する。これ以外に、制御回路35あるいは別に設けられた制御部が車両側制御回路37からの信号を受け、発電機11に調整電圧 V_a を入力する構成でもよい。

【0017】

さらに、出力端子13には電力系配線により負荷19とスタータ21が電氣的に接続さ

10

20

30

40

50

れている。負荷 19 は各種車載電装品であり、スタータ 21 はエンジンを始動するためのモータである。スタータ 21 は図示しないイグニションスイッチにより駆動、停止が制御される。なお、発電機 11 のグラウンド端子 22 は車両側のグラウンドに電氣的に接続されている。

【0018】

DC/DC コンバータ 23 は第 1 端である入出力端子 25 と第 2 端である蓄電部端子 27 とを有し、入出力端子 25 で電力系配線により発電機 11 の出力端子 13 に電氣的に接続されている。蓄電部 29 は DC/DC コンバータ 23 の蓄電部端子 27 に電氣的に接続されている。蓄電部 29 は例えば、定格電圧 2.5 V の電気二重層キャパシタを 4 個直列に接続して構成されている。この場合、蓄電部 29 の上限電圧 V_{cu} は 10 V である。なお、DC/DC コンバータ 23 の耐電流を考慮して、下限電圧 V_{ck} は 5 V に設定されている。したがって、蓄電部 29 の電圧 V_c は 5 V から 10 V までの間で変化する。

10

【0019】

ここで、出力電圧 V_d は調整電圧 V_a により 13 V から 15 V までの間で変化する、DC/DC コンバータ 23 の入出力端子 25 の電圧も同様の範囲となる。一方、蓄電部端子 27 の電圧は蓄電部 29 の電圧 V_c であり 5 V から 10 V までの間で変化する。したがって、DC/DC コンバータ 23 は入出力端子 25 の電圧を降圧して蓄電部 29 を充電するとともに、蓄電部 29 の電圧 V_c を昇圧して入出力端子 25 から放電する。このように DC/DC コンバータ 23 は双方向コンバータ構成を有する。

【0020】

20

出力電圧検出回路 31 は発電機 11 の出力端子 13 とグラウンド端子 22 との間に信号系配線で電氣的に直接接続され、出力端子 13 の出力電圧 V_d を検出する。これにより、出力電圧検出回路 31 は各配線における内部抵抗値に影響されず高精度にグラウンド端子 22 を基準とした出力端子 13 の出力電圧 V_d を検出できる。

【0021】

蓄電部電圧検出回路 33 は蓄電部 29 の両端、すなわち蓄電部端子 27 とグラウンドとの間に信号系配線で接続されて蓄電部 29 の電圧 V_c を検出して制御回路 35 に入力する。すなわち蓄電部電圧検出回路 33 は蓄電部 29 および制御回路 35 に電氣的に接続され、蓄電部 29 の電圧 V_c を検出する。

【0022】

30

DC/DC コンバータ 23、出力電圧検出回路 31、蓄電部電圧検出回路 33 および車両側制御回路 37 は、信号系配線により制御回路 35 と電氣的に接続されている。すなわち制御回路 35 は DC/DC コンバータ 23 と出力電圧検出回路 31 とに電氣的に接続されている。制御回路 35 は出力電圧検出回路 31 で検出した出力電圧 V_d 、蓄電部電圧検出回路 33 で検出した電圧 V_c および車両側制御回路 37 から出力される回生信号 reg に基いて、DC/DC コンバータ 23 の制御信号 $cont$ を出力する。制御回路 35 は出力電圧 V_d と蓄電部 29 の電圧 V_c の、それぞれの基準信号との比較回路や論理回路、DC/DC コンバータ 23 をスイッチング動作させるパルス波形発生回路等により構成されている。なお、制御回路 35 はマイクロコンピュータと周辺回路によるデジタル回路で構成してもよい。

40

【0023】

次に図 2A～図 2E を参照しながら、このような電源装置の動作を説明する。なお、以下の説明において、車両の走行とは、車両が加速走行、定速走行、または運転者のブレーキ操作を伴わずに減速走行（慣性走行）している状態であると定義する。また運転者のブレーキ操作を伴う減速走行については制動と定義する。

【0024】

図 2A に示すように、時刻 t_0 で車両が走行を開始し、経時的に車速が増加する。この時、発電機 11 はエンジンの回転に伴い、燃料を消費する発電を行う。また車両側制御回路 37 は車両の走行、制動に応じた値の調整電圧 V_a を出力する。図 2B に示すように車両の走行時には V_a は 13 V である。このとき図 2C に示すように、発電機 11 の出力電

50

圧 V_d は調整電圧 V_a によって、第2既定出力電圧 V_{dc2} (13V) となるように制御される。

【0025】

このように、発電機11は時刻 t_0 から加速が終わる時刻 t_1 までの間は走行時であるので、図2Bに示すように13Vの調整電圧 V_a が発電機11に入力される。これを受け、発電機11は出力電圧 V_d が13Vになるように制御される。そのため図2Cに示すように、時刻 t_0 から時刻 t_1 では出力電圧 V_d が13Vになる。

【0026】

なお、時刻 t_0 の時点では図2Eに示すように蓄電部29は放電されて、電圧 V_c は下限電圧 V_{ck} (5V) になっている。DC/DCコンバータ23はこれ以上蓄電部29が放電されないようにするために、制御対象を電圧 V_c とする。すなわち、DC/DCコンバータ23は蓄電部端子27の電圧を制御する。その制御目標となる基準電圧 V_{st} は下限電圧 V_{ck} となる。

【0027】

このとき、DC/DCコンバータ23は、本来であれば入出力端子25の電圧(出力電圧 V_d)が第2既定出力電圧 V_{dc2} (13V) になるように制御するはずである。しかしながら、電圧 V_c が上限電圧 V_{cu} (10V)、または下限電圧 V_{ck} (5V) に至れば、蓄電部29の過充電や過放電を避けるため、DC/DCコンバータ23はそれらの値を維持するように制御する。また、蓄電部電圧 V_c があまりに下がりすぎるとDC/DCコンバータ23の効率が低下するので、それを回避するためにも下限電圧 V_{ck} を設定している。したがってDC/DCコンバータ23は入出力端子25の電圧(出力電圧 V_d)を制御せず、出力電圧 V_d は調整電圧 V_a によってのみ決定される。図2Dの時刻 t_0 から時刻 t_1 などに示す太点線は、本来制御される入出力端子25の電圧に対する基準電圧 V_{st} を示している。すなわち、図2Dの時刻 t_0 から時刻 t_1 では、本来、出力電圧 V_d は後述する上方制御電圧 V_{du} (=13.1V) に制御されるはずである。しかしながら、電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} であるので、DC/DCコンバータ23は電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} を維持するように制御している。以後の図2Dにおける太点線の意味も同様であり、本来制御される入出力端子25の電圧に対する基準電圧 V_{st} を示している。

【0028】

次に、時刻 t_1 で図2Aに示すように車両の制動が開始される。これにより発電機11に回生電力が発生するとともに、車両側制御回路37は回生信号 reg を制御回路35に入力する。車両側制御回路37は、車両の車速信号と、少なくともブレーキ信号、燃料噴射信号、またはアクセル信号のいずれかに基づいて回生信号をオンにする。車両側制御回路37が車速信号とブレーキ信号に基づいて回生信号を生成する場合は、車速信号が減速状態を示し、かつブレーキが踏まれてブレーキ信号がオンになっている場合に回生信号を発する。同様に、車速信号と燃料噴射信号に基づいて回生信号を生成する場合は、車速信号から車速が減速状態にあり、かつアクセルが踏まれておらず燃料噴射信号がオフになっている場合に回生信号を発する。また、車速信号とアクセル信号に基づいて回生信号を生成する場合は、車速信号から車両が加速状態であるにもかかわらずアクセル信号がオフになっている場合、すなわち下り坂を走行している場合に回生信号を発する。なお、車速信号、ブレーキ信号、燃料噴射信号、およびアクセル信号の内の3つの信号、または全ての信号を基に回生信号を発するようにしてもよい。また、ブレーキ信号はブレーキペダルのオンオフ信号でもよいし、ブレーキ油圧信号でもよい。ここでは、これらを総称してブレーキ信号と呼ぶ。

【0029】

また車両側制御回路37は調整電圧制御部として機能し、図2Bに示すように、発電機11の調整電圧 V_a を15Vにする。そのため発電機11はその出力電圧 V_d を15Vに上げようとする。しかし、同時にDC/DCコンバータ23の制御対象を出力電圧 V_d に切り替える。すなわち、DC/DCコンバータ23は入出力端子25の電圧を制御する。そのため、図2Dに示すように基準電圧 V_{st} は下方制御電圧 V_{dk} になる。

【0030】

ここで、下方制御電圧 V_{dk} とは第1既定出力電圧 V_{dc1} よりも第1既定電圧幅 ΔV_1 だけ低い電圧のことを意味する。下方制御電圧 V_{dk} は、回生電力が主電源17に最大限充電されるように設定されている。より具体的には以下のようにして決定されていることが好ましい。

【0031】

まず、第1既定電圧幅 ΔV_1 は、発電機11の出力電圧最大誤差幅とDC/DCコンバータ23の電圧制御最大誤差幅の和である総誤差幅 ΔV_{er} として求める。なお、DC/DCコンバータ23の電圧制御最大誤差幅には出力電圧検出回路31の検出誤差も含む。例えば、発電機11の出力電圧最大誤差幅が約0.05V、DC/DCコンバータ23の電圧制御最大誤差幅が約0.05Vであれば、総誤差幅 ΔV_{er} は0.1Vとなる。この値より、下方制御電圧 V_{dk} は第1既定出力電圧 V_{dc1} (15V)よりも第1既定電圧幅 ΔV_1 (0.1V)だけ低い電圧、すなわち14.9Vと決定される。

10

【0032】

以上のようにしてDC/DCコンバータ23は基準電圧 V_{st} を下方制御電圧 V_{dk} に設定する。これによりDC/DCコンバータ23は発電機11が調整電圧 V_a によって15Vに上げようとしている出力電圧 V_d を下方制御電圧 V_{dk} (14.9V)にしようと動作する。その結果、DC/DCコンバータ23は蓄電部29を充電する。これにより、図2Cに示すように、制動時における時刻 t_1 から時刻 t_2 の間は出力電圧 V_d が下方制御電圧 V_{dk} を維持する。また、上述のように蓄電部29に回生電力が充電されるので、図2Eに示すように、時刻 t_1 から時刻 t_2 まで蓄電部電圧 V_c は経時的に上昇する。

20

【0033】

一方、出力電圧 V_d は図2Cより14.9Vであり、主電源17の開放電圧である13Vよりも高いので、回生電力は主電源17にも充電される。一般的には、大電流の回生電力を吸収するために、蓄電池で構成された主電源17よりもキャパシタで構成された蓄電部29への充電電力比率を大きくすることが多い。そのため、下方制御電圧 V_{dk} を14V程度に設定するのが一般的である。しかしながら本実施の形態では下方制御電圧 V_{dk} を14.9Vに設定している。このように回生時における出力電圧 V_d が高いため、主電源17への充電量が増える。したがって、一般的な場合に比べ、主電源17への充電量の割合が増え、蓄電部29への充電量の割合が減る。その結果、主電源17への回生電力の直接充電量が増加し、かつ蓄電部29から主電源17への充電量が低減する。そのため、熱損失の大きいDC/DCコンバータ23を流れる電力が小さくなるので車両全体としての効率が向上する。

30

【0034】

なお蓄電部29に用いられる電気二重層キャパシタやDC/DCコンバータ23の部品の中には、発電機11が設けられているエンジンルームに対する耐熱性が十分ではないものがある。そのため、電源装置の内、蓄電部29やDC/DCコンバータ23は車室内やトランクルームなど高温にならない場所に設置する必要がある。この場合、発電機11からDC/DCコンバータ23までの配線距離が長くなり、回生電力発生時の最大電流値で蓄電部29を充電しようとする、配線抵抗による熱損失が発生する。例えば配線抵抗が0.02Ω、回生電力発生時の最大電流値が100Aの場合、熱損失は200Wに及ぶ。

40

【0035】

しかしながら上述のように回生時の蓄電部29への充電量の割合を低下すれば、DC/DCコンバータ23の熱損失に加え、配線抵抗の熱損失の影響も小さくすることができる。そのため、発電機11からDC/DCコンバータ23までの配線が長い構成であっても、高効率な電源装置が実現できる。

【0036】

なお蓄電部29は急速充放電特性に優れる電気二重層キャパシタで構成されているので、回生電力の発生初期(時刻 t_1)における急峻な変化分を十分に充電できる。したがって、全体としての回収効率が向上する。

50

【0037】

ここで、このような制御によって高効率に回生電力を利用するには、下方制御電圧 V_{dk} ができるだけ第1既定出力電圧 V_{dc1} に近い方が望ましい。しかし、あまり近すぎると出力電圧 V_d の変動やDC/DCコンバータ23の制御誤差により、出力電圧 V_d が第1既定出力電圧 V_{dc1} を超えてしまう可能性がある。この場合は、回生電力が発生しているのに蓄電部29に充電できないばかりか、蓄電部29から電力が放電され逆流してしまう。ゆえに、下方制御電圧 V_{dk} を第1既定出力電圧 V_{dc1} よりも第1既定電圧幅 ΔV_1 だけ低い電圧として決定する。このとき下方制御電圧 V_{dk} は、回生電力が主電源17に最大限充電されるように設定されている。特に第1既定電圧幅 ΔV_1 を総誤差幅 ΔV_{er} に設定することが好ましい。これにより、蓄電部29からの逆流を低減しつつ、できるだけ多くの回生電力を主電源17に充電することができ、全体の効率向上が可能となる。なお、第1既定電圧幅 ΔV_1 は総誤差幅 ΔV_{er} よりも大きい値と決定してもよいが、上記したように、できるだけ回生電力を主電源17に充電し、前記熱損失を低減するためには、第1既定電圧幅 ΔV_1 を総誤差幅 ΔV_{er} に近づける方が望ましい。

10

【0038】

なお、このように電圧を制御するためには、出力電圧検出回路31を出力端子13とグラウンド端子22に直接接続する必要がある。このように接続すれば、発電機11からDC/DCコンバータ23までの電力系配線の配線抵抗が影響しないように出力電圧 V_d を検出することができる。したがって、この高精度な出力電圧 V_d により、第1既定電圧幅 ΔV_1 が0.1V程度のオーダーの精度になるようDC/DCコンバータ23を制御することが可能となる。このような高精度制御により、主電源17に回生電力ができるだけ多く充電され、かつDC/DCコンバータ23に流れる電流が低減されてその発熱損失を抑制することができる。そのため、電源装置の効率が向上する。

20

【0039】

ここで図2A～図2Eの時刻 t_2 以降の説明に戻る。制動中の時刻 t_2 で図2Eに示すように蓄電部29の電圧 V_c が上限電圧 V_{cu} (10V)に至る。これにより、DC/DCコンバータ23は蓄電部29の過充電を避けるために、図2Dに示すように電圧 V_c が上限電圧 V_{cu} を維持するように制御する。すなわち、DC/DCコンバータ23は蓄電部電圧検出回路33が検出した蓄電部端子27の電圧 V_c を制御する。その結果、入出力端子25の電圧である出力電圧 V_d はDC/DCコンバータ23による制御対象ではなく、図2Cに示すように時刻 t_2 で出力電圧 V_d は調整電圧 V_a により制御され第1既定出力電圧 V_{dc1} (15V)となり、回生電力は主電源17に充電されるとともに負荷19へ供給される。

30

【0040】

次に図2Aに示すように、時刻 t_3 で車両が再び加速走行すると、回生信号 reg はオフになる。すると図2Bに示すように調整電圧 V_a は第2既定出力電圧 V_{dc2} (13V)に戻る。この時、蓄電部29に蓄えた回生電力を放電するために、図2Dに示すようにDC/DCコンバータ23は基準電圧 V_{st} を上方制御電圧 V_{du} (13.1V)に切り替え、出力電圧 V_d を制御して上方制御電圧 V_{du} の値にする。

40

【0041】

ここで、上方制御電圧 V_{du} とは第2既定出力電圧 V_{dc2} よりも第2既定電圧幅 ΔV_2 だけ高い電圧のことを意味し、主電源17の電圧に近く、かつ蓄電部29が放電可能な値に設定されている。具体的には以下のようにして決定することが好ましい。

【0042】

まず、第2既定電圧幅 ΔV_2 を、第1既定電圧幅 ΔV_1 と同様に総誤差幅 ΔV_{er} (0.1V)として求める。この値より、上方制御電圧 V_{du} は第2既定出力電圧 V_{dc2} (13V)よりも第2既定電圧幅 ΔV_2 (0.1V)だけ高い電圧、すなわち13.1Vと決定される。

【0043】

以上のようにして基準電圧 V_{st} を上方制御電圧 V_{du} に設定すると、DC/DCコン

50

バータ 23 は発電機 11 によって 13 V に下げられようとしている出力電圧 V_d を上方制御電圧 V_{du} (13.1 V) にしようと動作する。その結果、DC/DC コンバータ 23 は蓄電部 29 に貯められた回生電力を放電させる。これにより、図 2C に示すように、時刻 t_3 から時刻 t_4 の走行時には出力電圧 V_d が上方制御電圧 V_{du} に保持される。また、上述のように蓄電部 29 が放電されるので、図 2E に示すように、時刻 t_3 から時刻 t_4 まで蓄電部 29 の電圧 V_c は経時的に下降する。

【0044】

一般的には、蓄電部 29 の放電を優先するために、上方制御電圧 V_{du} を第 1 既定出力電圧 V_{dc1} と第 2 既定出力電圧 V_{dc2} と中間の 14 V 程度に設定することが多い。しかしながら本実施の形態では上方制御電圧 V_{du} を中間値よりも低い 13.1 V に設定している。このように時刻 t_3 から時刻 t_4 における上方制御電圧 V_{du} を 13.1 V と低く設定することにより、一旦蓄電部 29 に貯められた回生電力が主電源 17 に充電されてしまう電力量が減少し、主に負荷 19 に供給される。したがって、蓄電部 29 から主電源 17 に充電される際の、主電源 17 の内部抵抗による損失をできるだけ小さくすることができる。蓄電部 29 を放電する際にこのように電圧制御することによって、時刻 t_1 から時刻 t_2 で述べた回生電力の主電源 17 への直接充電量増加と相まって全体的に高効率な電源装置が実現できる。

【0045】

ここで、このような制御により高効率化するには、上方制御電圧 V_{du} ができるだけ第 2 既定出力電圧 V_{dc2} に近い方が望ましい。しかし、あまり近すぎると出力電圧 V_d の変動や DC/DC コンバータ 23 の制御誤差により、出力電圧 V_d が第 2 既定出力電圧 V_{dc2} を下回ってしまう可能性がある。この場合、蓄電部 29 が回生電力の放電途中に発電機 11 からの発電電力を充電してしまう。このとき、車両が制動中ではないので、燃料を消費して発電した電力になり、燃費が悪くなることがある。ゆえに、上方制御電圧 V_{du} を第 2 既定出力電圧 V_{dc2} よりも第 2 既定電圧幅 ΔV_2 だけ高くし、第 2 既定電圧幅 ΔV_2 を小さく設定することで、上方制御電圧 V_{du} を蓄電部 29 が放電可能で、かつ主電源 17 の電圧にできるだけ近い値に設定する。具体的には例えば第 2 既定電圧幅 ΔV_2 を総誤差幅 ΔV_{er} とする。これにより、蓄電部 29 への充電可能性を低減しつつ、蓄電部 29 が蓄えた回生電力をできるだけ主電源 17 に充電せずに負荷 19 へ供給することができ、全体の効率が向上する。

【0046】

なお、第 2 既定電圧幅 ΔV_2 も総誤差幅 ΔV_{er} よりも大きい値に決定してもよいが、上述のように、できるだけ蓄電部 29 から主電源 17 へ充電しないようにするためには第 2 既定電圧幅 ΔV_2 を総誤差幅 ΔV_{er} に近づける方が望ましい。

【0047】

また、第 1 既定電圧幅 ΔV_1 と第 2 既定電圧幅 ΔV_2 はいずれも等しい値としたが、これに限定されない。例えば出力電圧検出回路 31 の精度が電圧の絶対値に応じて変化する場合や、DC/DC コンバータ 23 による蓄電部 29 の充電時の制御精度と放電時の制御精度が異なる場合には、それぞれの状態に応じた最適な第 1 既定電圧幅 ΔV_1 と第 2 既定電圧幅 ΔV_2 を個別に設定してもよい。

【0048】

その後、図 2E に示すように時刻 t_4 で電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} に至ると、図 2D に示すように基準電圧 V_{st} は下限電圧 V_{ck} に切り替わる。その結果、時刻 t_4 以降、DC/DC コンバータ 23 は電圧 V_c を下限電圧 V_{ck} に保持する。同時に、DC/DC コンバータ 23 は出力電圧 V_d の制御を行わなくなるので、図 2C に示すように、出力電圧 V_d は第 2 既定出力電圧 V_{dc2} (13 V) となる。この状態は時刻 t_0 以降と同じである。以上の動作を繰り返して回生電力を充放電することで、全体の効率を改善できる。

【0049】

以上のように、本実施の形態による電源装置では、発電機 11 が回生電力を発生するタイミング（制動開始）を受けて、調整電圧制御部である車両側制御回路 37 は調整電圧 V

10

20

30

40

50

aを第1既定出力電圧 V_{dc1} に設定する。また制御回路35は出力電圧 V_d が第1既定出力電圧 V_{dc1} よりも第1既定電圧幅 ΔV_1 だけ低い下方制御電圧 V_{dk} になるようにDC/DCコンバータ23を制御する。

【0050】

ここで、下方制御電圧 V_{dk} が、回生電力が主電源17に最大限充電される値に設定されていることで、主電源17への回生電力の直接充電量が増加し、蓄電部29への充電量が低減する。そのため、熱損失の大きいDC/DCコンバータ23を流れる電力が小さくなるので車両全体としての効率が向上する。

【0051】

一方、発電機11が回生電力の発生を終了するタイミング（制動終了）を受けて、車両側制御回路37は調整電圧 V_a を第1既定出力電圧 V_{dc1} よりも低い第2既定出力電圧 V_{dc2} に設定する。また制御回路35は、出力電圧 V_d が第2既定出力電圧 V_{dc2} よりも第2既定電圧幅 ΔV_2 だけ高い上方制御電圧 V_{du} になるようにDC/DCコンバータ23を制御する。

【0052】

ここで上方制御電圧 V_{du} が、蓄電部29が放電可能で、かつ主電源17の電圧にできるだけ近い値に設定されていることが好ましい。これにより、蓄電部29への充電可能性を低減しつつ、蓄電部29が蓄えた回生電力をできるだけ主電源17に充電せずに負荷19へ供給することができ、全体の効率が向上する。

【0053】

なお、本実施の形態では制動中に蓄電部29が満充電される場合を説明した。一方、制動期間が短く満充電されない場合は、電圧 V_c が上限電圧 V_{cu} に至っていなくても直ちに時刻 t_3 の動作を行い、蓄電部29を放電する。これにより、少しでも回生電力を負荷19に供給できる。そのため効率が向上する。

【0054】

また、本実施の形態では図2Eの時刻 t_3 から時刻 t_4 までの走行中に電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} に至る場合を説明した。一方、走行期間が短くて下限電圧 V_{ck} まで蓄電部29が放電される前に制動された場合は、直ちに時刻 t_1 の動作を行い、主電源17と蓄電部29に回生電力を充電する。これによっても、電圧 V_c が上限電圧 V_{cu} に至るまで少しでも回生電力を回収でき、効率が向上する。

【0055】

（実施の形態2）

図3A～図3Eは本発明の実施の形態2における電源装置の各種特性の経時変化図である。図3Aは車速の経時変化を、図3Bは発電機の調整電圧 V_a の経時変化を、図3Cは発電機の出力電圧 V_d の経時変化を、図3DはDC/DCコンバータの基準電圧 V_{st} の経時変化を、図3Eは蓄電手段の蓄電部電圧 V_c の経時変化を、それぞれ示す。

【0056】

本実施の形態では電源装置をアイドリングストップ車に搭載した場合について、その特徴となる動作を説明する。なお、本実施の形態における電源装置の構成は実施の形態1の図1と同じであるので、詳細な説明を省略する。また図3において時刻 t_0 から時刻 t_3 までの動作は実施の形態1と同じである。

【0057】

次に、図3Aに示すように、時刻 t_3 で車両が停止するとエンジンも停止し、アイドリングストップ状態となる。この場合にも、制御回路35の動作は図2の時刻 t_3 における動作と同じである。これにより、蓄電部29が蓄えた回生電力が主に負荷19へ放電され、主電源17への充電を極力低下させる。したがって、負荷19はアイドリングストップ中も蓄電部29の電力により駆動し続けることができるとともに、効率を向上することが可能となる。なお、時刻 t_3 から時刻 t_5 まではエンジンが停止しているので、発電機11も発電しない。しかし、車両が制動時ではないので、車両側制御回路37は図3Bに示すように調整電圧 V_a を第2既定出力電圧 V_{dc2} に切り替える。

【0058】

次に、時刻 t_5 で運転者がブレーキペダルからアクセルペダル（いずれも図示せず）に踏み替えて、車両を走行させる動作を行う。これらのペダル踏み替えを車両側制御回路 37 が検出すると、直ちに車両側制御回路 37 はスタータ 21 を駆動するように、図示しないエンジン始動回路を制御する。この時、DC/DC コンバータ 23 は図 3C に示すように、出力電圧 V_d が上方制御電圧 V_{du} (13.1V) になるように制御している。この電圧は主電源 17 の開放電圧 (13V) よりも高い。したがって、スタータ 21 へは蓄電部 29 から DC/DC コンバータ 23 を介して電力が供給される。この際、スタータ 21 には数 100A の大電流が一時的に流れるので、電圧 V_c は図 3E に示すように時刻 t_5 から時刻 t_6 までの間に急峻に低下する。但し、電圧 V_c は下限電圧 V_{ck} (5V) に至っていないので、出力電圧 V_d は上方制御電圧 V_{du} (13.1V) に維持される。

10

【0059】

その後、時刻 t_6 でスタータ 21 の駆動が終了し、エンジンが再始動すると、図 3A に示すように車両は走行を開始する。この時点においても電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} に至っていないので、負荷 19 の消費電力が変わっていなければ図 3E の時刻 t_3 から時刻 t_5 までと同じ傾きで電圧 V_c は経時的に低下する。この期間は図 2 の時刻 t_3 から時刻 t_4 と同じ状態であるので、蓄電部 29 の電力が主電源 17 に極力充電されないよう制御される。したがって、実施の形態 1 と同様に効率が向上する。

【0060】

次に、時刻 t_7 で電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} に至ると、DC/DC コンバータ 23 の制御対象は出力端子 13 の出力電圧 V_d から電圧 V_c に切り替わり、電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} を維持するように制御される。この動作は図 2 の時刻 t_4 と同じ動作である。このように動作することで、蓄電部 29 の過放電の可能性を低減している。また、この動作により発電機 11 の第 2 既定出力電圧 V_{dc2} (13V) による発電制御が有効になるので、エンジンが再始動した時刻 t_6 から時刻 t_7 までの間は、発電機 11 の発電が停止していることになり、その分、省燃費になる。

20

【0061】

時刻 t_7 以後では、次に回生信号 reg がオンになるまで、電圧 V_c は下限電圧 V_{ck} に保持される。この時刻 t_7 以降の状態は時刻 t_0 と同じであるので、以後同様の動作を繰り返す。

30

【0062】

以上の構成、動作により、アイドリングストップ車に搭載した場合であっても、全体の効率が向上する電源装置を実現できる。

【0063】

なお、本実施の形態で述べたように、電源装置をアイドリングストップ車に適用することにより、蓄電部 29 が蓄えた回生電力をスタータ 21 により下限電圧 V_{ck} まで放電できる可能性が高くなる。そのため、回生電力の利用効率が上がるとともに、次の制動時にできるだけ多くの回生電力を充電できるので、さらなる回収効率の向上が可能となる。また、アイドリングストップ車は車両の停止時にエンジンを停止するので、その間の燃料消費がない。したがって、本実施の形態の電源装置を搭載したアイドリングストップ車は、車両トータルの効率が向上し省燃費が可能となる。

40

【0064】

(実施の形態 3)

図 4 は、本発明の実施の形態 3 における電源装置のブロック回路図である。なお、図 4 において太線は電力系配線を、細線は信号系配線を、それぞれ示す。

【0065】

図 4 において、図 1 の構成と同じ部分には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。すなわち、本実施の形態が実施の形態 1 と異なるのは以下の点である。

【0066】

1) 発電機 11 と電氣的に接続され、発電機 11 が電圧制御を行なう対象となる回路部

50

分に調整端子 4 1 が設けられている。なお、本実施の形態では発電機 1 1 が電圧制御を行なう対象となる回路部分を主電源 1 7 の正極端子部分としている。したがって、発電機 1 1 は調整端子 4 1 の電圧（すなわち主電源 1 7 の正極の電圧）が調整電圧 V_a になるように制御する。ゆえに、実施の形態 1、2 で述べた出力電圧 V_d は調整端子 4 1 の電圧となる。また、調整電圧 V_a は実施の形態 1、2 で述べた構成の場合は出力端子 1 3 の電圧を調整するための電圧であるが、本実施の形態ではこれに替わって、調整電圧 V_a は調整端子 4 1 の電圧を調整するための電圧とする。

【0067】

2) 出力電圧検出回路 3 1 は出力端子 1 3 に替わって調整端子 4 1 に電氣的に直接接続されるとともにグラウンド端子 2 2 に電氣的に直接接続され、調整端子 4 1 の電圧を出力電圧 V_d として検出する。

【0068】

上記以外の構成は実施の形態 1 で示した図 1 の構成と同じである。また、本実施の形態の動作は実施の形態 1 で説明した図 2 A～図 2 E の動作や、実施の形態 2 で説明した図 3 A～図 3 E の動作と同じであるので、詳細な動作説明は省略する。

【0069】

出力端子 1 3 から調整端子 4 1 までの間には配線抵抗が存在する。したがって、図 4 に示すように、発電機 1 1 が調整電圧 V_a で調整端子 4 1 の電圧（出力電圧 V_d ）を制御する構成で、かつ図 1 のように出力電圧検出回路 3 1 が出力端子 1 3 の電圧を検出する場合、この配線抵抗による電圧降下により DC/DC コンバータ 2 3 の制御に誤差が生じる可能性がある。その結果、図 2 C や図 3 C に示すような 0.1 V オーダーの高精度で出力電圧 V_d を制御する際に、このような誤差が無視できなくなり、効率のよい制御への影響が大きくなる可能性がある。したがって、出力電圧検出回路 3 1 は発電機 1 1 が電圧制御を行なう対象となる回路部分の電圧、すなわち調整端子 4 1 の電圧を検出することが高効率化のために望ましい。そのため、本実施の形態では、出力電圧検出回路 3 1 が調整端子 4 1 の電圧を出力電圧 V_d として検出する構成としている。この構成により、発電機 1 1 が調整端子 4 1 と電氣的に接続された構成を有する場合でも、効率のよい電源装置を構成することができる。なお実施の形態 1、2 で述べた好ましい構成や制御については本実施の形態にも適用可能である。

【0070】

なお、図 4 では調整端子 4 1 を主電源 1 7 の正極端子部分に配する構成としたが、これに限定されない。例えば発電機 1 1 と主電源 1 7 の接続点など他の回路部分としてもよい。この場合も出力電圧検出回路 3 1 を調整端子 4 1 に接続する構成とすれば、高効率な制御が可能となる。以上の構成、動作により、発電機 1 1 が調整端子 4 1 と電氣的に接続され、発電機 1 1 が調整端子 4 1 の電圧（出力電圧 V_d ）を調整電圧 V_a の値にするように制御する構成であっても、全体の効率が向上する電源装置を実現できる。

【0071】

なお、実施の形態 1～3 において、電圧 V_c は常に下限電圧 V_{ck} (5 V) 以上である場合について述べたが、例えば車両保管中に蓄電部 2 9 の内部抵抗等により放電されると、次の車両使用開始時に電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} より低くなることもある。この場合、制御回路 3 5 は、例えばエンジンの始動後に電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} まで上昇するまで蓄電部 2 9 を初期充電するよう DC/DC コンバータ 2 3 を制御すればよい。

【0072】

また、実施の形態 1～3 において、回生信号 reg は運転者がブレーキを踏んでいるか否かに応じたオンオフ信号としているが、これは燃料カット信号と対応させるようにしてもよい。これにより、車両が慣性走行を行っている場合にも蓄電部 2 9 に回生電力を充電することができ、さらなる回収効率を向上することができる。但し、回生電力の回収により、エンジンへの発電機 1 1 の機械的負担が増すので、慣性走行距離が短くなる。したがって、回生電力の回収量を重視するか、慣性走行距離を重視するかで、慣性走行時の回生電力回収を行うか否か、あるいは回収量の程度を決定するようにすればよい。

【0073】

また、実施の形態1～3では、制御回路35は、電圧 V_c が上限電圧 V_{cu} に至れば、上限電圧 V_{cu} を維持するようにDC/DCコンバータ23を制御している。また電圧 V_c が下限電圧 V_{ck} に至れば、下限電圧 V_{ck} を維持するようにDC/DCコンバータ23を制御している。しかしながら上限電圧 V_{cu} や下限電圧 V_{ck} による制御を特に行う必要はない場合もある。すなわち、車両の1回の制動により得られる回生電力量や負荷19の消費電力量に比べ蓄電部29が十分に大きな容量値を有し、車両使用時に回生電力量と消費電力量がほぼ均衡するような車両システムの場合である。このような車両システムにおいては蓄電部電圧検出回路33がない構成でもよい。このように蓄電部電圧検出回路33は必須ではない。

10

【0074】

また、実施の形態1～3では、調整電圧 V_a を2段階に変えているが、この調整電圧 V_a の信号としては、アナログ信号とデジタル信号のいずれを用いてもよい。しかしながら、アナログ信号を用いると、ノイズ等の影響で調整電圧 V_a が変動する可能性がある。したがって、例えば車両用の通信規格に則ったデジタル信号として調整電圧 V_a を発電機11に入力することが好ましい。この構成により、ノイズの影響が小さく、さらに高精度に調整電圧 V_a を送信できる。その結果、回生電力をより確実に回収でき効率が向上する。

【0075】

また、実施の形態1～3では、調整電圧 V_a が第1既定出力電圧 V_{dc1} と第2既定出力電圧 V_{dc2} との間を切り替えられる際に、図2Bや図3Bに示すように直ちに切り替えられる。しかしながら負荷19によっては、このような急峻な電圧変化により動作が不安定になる可能性がある。したがって、調整電圧 V_a が既定経時切替関数により徐々に切り替えられるようにすることが好ましい。ここで、既定経時切替関数とは、あらかじめ決定された調整電圧 V_a の経時変化を示す時間関数のことである。具体的には、例えば既定経時切替関数として既定変化速度 v （例えば1～2V/秒）で調整電圧 V_a を変化させればよい。この場合、調整電圧 V_a が第1既定出力電圧 V_{dc1} 、または第2既定出力電圧 V_{dc2} になるように既定変化速度 v で徐々に切り替えられる。その結果、出力電圧 V_d が既定変化速度 v により、ゆっくりと変化するので、負荷19の動作が不安定になる可能性を低減することができる。

20

【0076】

なお、調整電圧 V_a を既定変化速度 v で切り替えるには、次の2通りの方法がある。まず、車両側制御回路37からの調整電圧 V_a の信号を既定変化速度 v で直接変化させる方法が挙げられる。なお調整電圧 V_a を第2既定出力電圧 V_{dc2} から第1既定出力電圧 V_{dc1} に上げる場合、DC/DCコンバータ23の基準電圧 V_{st} もいきなり下方制御電圧 V_{dk} に切り替えるのではない。DC/DCコンバータ23は調整電圧 V_a に対し第1既定電圧幅 ΔV_1 だけ低い値になるように制御される。この際、制御回路35は調整電圧 V_a がDC/DCコンバータ23の基準電圧 V_{st} より第1既定電圧幅 ΔV_1 だけ高くなった時に、調整電圧 V_a より第1既定電圧幅 ΔV_1 だけ低い状態を維持するように基準電圧 V_{st} を制御する。これにより、蓄電部29から出力端子13への逆流を防ぐことができる。また、回生電力が発生したできるだけ早いタイミングから、かつ調整電圧 V_a が既定変化速度 v で徐々に切り替えられる間も回生電力を主電源17や蓄電部29が充電できる。そのため、高効率に回生電力を回収できる。

30

40

【0077】

同様に、回生電力の発生が終了し、調整電圧 V_a を第1既定出力電圧 V_{dc1} から第2既定出力電圧 V_{dc2} に下げる場合、DC/DCコンバータ23は調整電圧 V_a に対し第2既定電圧幅 ΔV_2 だけ高い値になるように制御される。この際、制御回路35は調整電圧 V_a が基準電圧 V_{st} より第2既定電圧幅 ΔV_2 だけ低くなった時に、調整電圧 V_a より第2既定電圧幅 ΔV_2 だけ高い状態を維持するように基準電圧 V_{st} を制御する。これにより、出力端子13から蓄電部29への逆流充電を防ぐことができる。また回生電力の発生が終了したできるだけ早いタイミングから、かつ調整電圧 V_a が既定変化速度 v で徐

50

々に切り替えられる間も、充電した回生電力を蓄電部 29 が放電できる。そのため、回生電力を有効利用できるとともにエンジンの燃料消費による発電機 11 の発電期間を低減でき、さらに高効率になる。なお、上記の制御の場合、多段階の電圧を出力できる構成の発電機 11 を用いる必要がある。

【0078】

もうひとつの方法として、まず車両側制御回路 37 からの調整電圧 V_a の信号が制御回路 35 にも入力される構成にしておく。次に、例えば調整電圧 V_a が第 2 既定出力電圧 V_{dc2} から第 1 既定出力電圧 V_{dc1} に上がった場合、制御回路 35 はこの変化を検知し、基準電圧 V_{st} が既定変化速度 v で下方制御電圧 V_{dk} になるように制御する。その結果、DC/DC コンバータ 23 の出力電圧 V_d も既定変化速度 v で下方制御電圧 V_{dk} に上がる。同様に、調整電圧 V_a が第 1 既定出力電圧 V_{dc1} から第 2 既定出力電圧 V_{dc2} に下がった場合は、制御回路 35 は基準電圧 V_{st} が既定変化速度 v で上方制御電圧 V_{du} になるように制御する。この方法でも実質的には調整電圧 V_a を既定変化速度 v で徐々に切り替えることができる。

10

【0079】

なお、以上の説明では既定経時切替関数として既定変化速度 v を用いた場合について説明した。この場合、調整電圧 V_a が時間に対して一次関数で変化して切り替えられることを前提とした。しかし、負荷 19 への急激な電圧変化をできるだけ低減する方が望ましい場合は、既定経時切替関数を時間に対する一次関数とせず、切替初期はよりゆっくりと変化させ、その後は変化速度を上げることが好ましい。すなわち、既定経時切替関数を二次関数などの高次関数や指数関数としてもよいし、あるいは複数の既定変化速度 v を有するような既定経時切替関数としてもよい。このような既定経時切替関数を用いると発電機 11 の発電量変化も緩やかになるので、エンジンに対する負担を低減することができる。

20

【0080】

また、実施の形態 1～3 では、蓄電部 29 に電気二重層キャパシタを用いたが、これは電気化学キャパシタ等の他のキャパシタや二次電池であってもよい。

【0081】

また、実施の形態 1～3 では、電源装置を車両に適用した場合について説明したが、これに限らずクレーン等の建設機械やエレベータ等の動体で、回生電力を発生する装置に適用してもよい。

30

【0082】

また、実施の形態 1～3 では、負荷 19 やスタータ 21 を電力消費電装品として出力端子 13 に電氣的に接続しているが、これらは電源装置において必須のものではない。すなわち、例えばアイドリングストップ車において発電機 11 がスタータ 21 の役割を有するモータジェネレータであり、蓄電部 29 に蓄えられた回生電力をモータジェネレータのみで消費する場合は、電源装置の構成に負荷 19 やスタータ 21 は不要である。同様に、電源装置を建設機械やエレベータに適用し、それらを駆動するモータが回生電力の発電を行う場合においても、蓄電部 29 に蓄えた回生電力をモータのみで消費する構成であれば負荷 19 は不要である。

【0083】

また、実施の形態 1 における図 2 B の時刻 t_3 や、実施の形態 2 における図 3 B の時刻 t_3 において、発電機 11 の調整電圧 V_a が第 1 既定出力電圧 V_{dc1} (15 V) から第 2 既定出力電圧 V_{dc2} (13 V) に切り替わっている。この時、出力電圧 V_d は、主電源 17 の電圧追従性が遅いため、最大で数秒程度かかって上方制御電圧 V_{du} (13.1 V) に至る。しかしながら、図 2 C や図 3 C の横軸 (時刻) のスケールに対してこの数秒程度は僅かである。したがってこれらの図では時刻 t_3 で出力電圧 V_d が第 1 既定出力電圧 V_{dc1} から上方制御電圧 V_{du} へ直ちに至るように描写している。

40

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明による電源装置では蓄電部の充放電を制御して全体効率を向上できるので、特に

50

制動時に回生電力を蓄電部に蓄え、必要な時に放電する電源装置等として有用である。

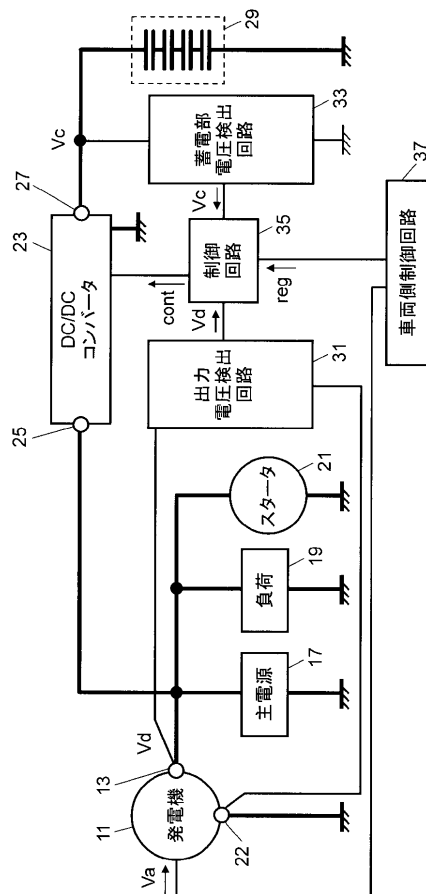
【符号の説明】

【0085】

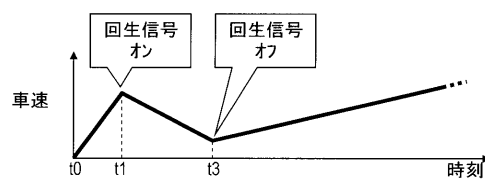
- 11 発電機
- 13 出力端子
- 17 主電源
- 19 負荷
- 21 スタータ
- 22 グランド端子
- 23 DC/DCコンバータ
- 25 入出力端子
- 27 蓄電部端子
- 29 蓄電部
- 31 出力電圧検出回路
- 33 蓄電部電圧検出回路
- 35 制御回路
- 37 車両側制御回路（調整電圧制御部）
- 41 調整端子

10

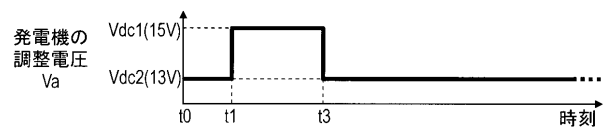
【図1】



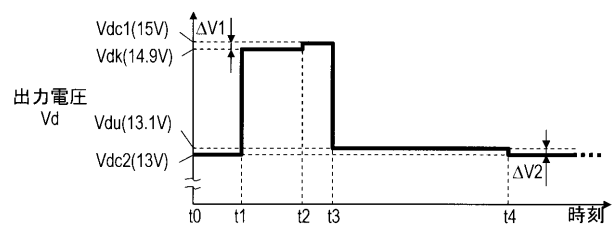
【図2A】



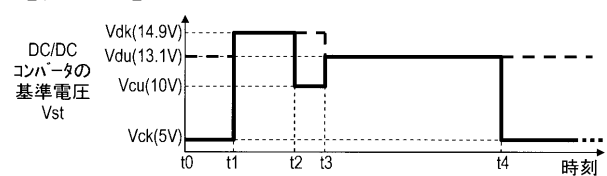
【図2B】



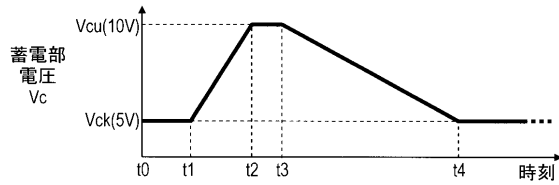
【図2C】



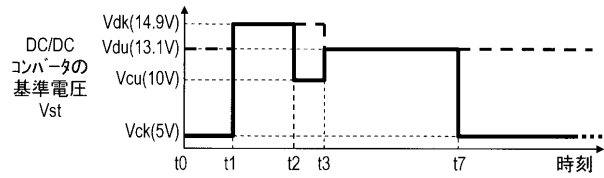
【図2D】



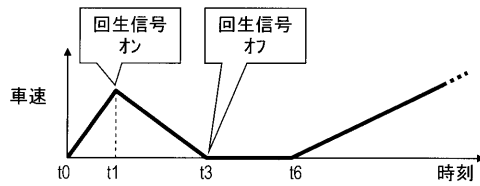
【図 2 E】



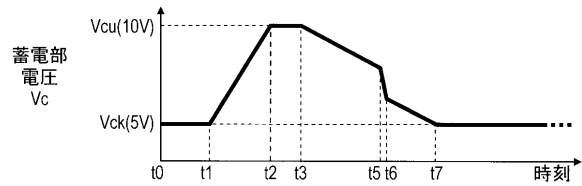
【図 3 D】



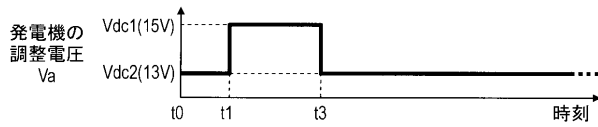
【図 3 A】



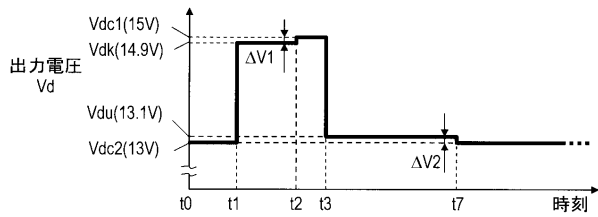
【図 3 E】



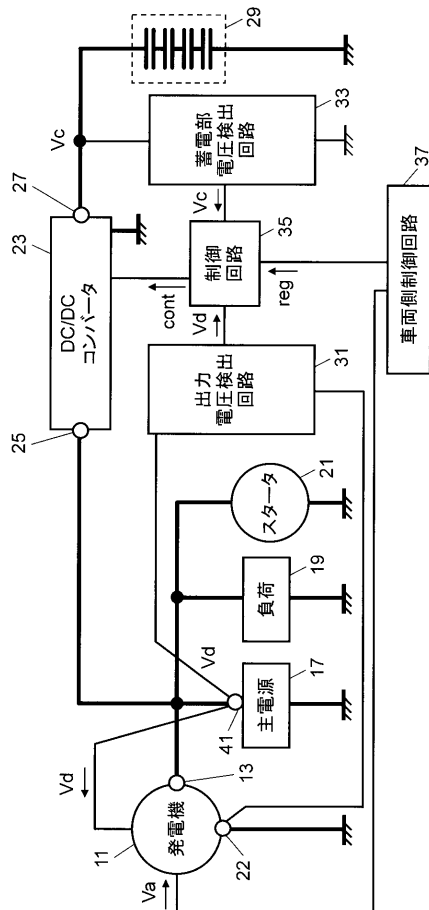
【図 3 B】



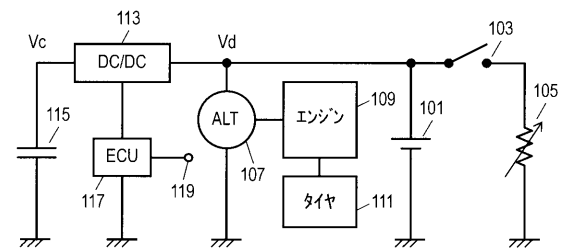
【図 3 C】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 孝晴

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 牧 初

(56)参考文献 特開2007-135284 (JP, A)

特開2006-67644 (JP, A)

独国特許出願公開第102004036042 (DE, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 9/00-9/48

H02J 7/00-7/36

H02M 3/00-3/44