

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5460727号
(P5460727)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl.			F I		
HO2J	7/16	(2006.01)	HO2J	7/16	X
HO2J	7/14	(2006.01)	HO2J	7/14	H
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	L
HO2J	7/34	(2006.01)	HO2J	7/34	B
B6OR	16/033	(2006.01)	B6OR	16/02	67OC

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-536156 (P2011-536156)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成22年10月13日(2010.10.13)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/067970		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02011/046147	(74) 代理人	100110423
(87) 国際公開日	平成23年4月21日(2011.4.21)		弁理士 曾我 道治
審査請求日	平成24年1月19日(2012.1.19)	(74) 代理人	100094695
(31) 優先権主張番号	特願2009-239380 (P2009-239380)		弁理士 鈴木 憲七
(32) 優先日	平成21年10月16日(2009.10.16)	(74) 代理人	100111648
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 梶並 順
(31) 優先権主張番号	特願2010-6180 (P2010-6180)	(74) 代理人	100122437
(32) 優先日	平成22年1月14日(2010.1.14)		弁理士 大宅 一宏
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎

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】

エンジンにより駆動されて交流電力を発電する発電機と、
 上記発電機で発電された交流電力を直流電力に整流して出力する整流器と、
 上記整流器の高圧側出力端子に発電機側配線を介して接続され、該整流器の出力電圧の電圧値を異なる直流電圧に変換して出力する第1DC/DCコンバータと、
 上記第1DC/DCコンバータに負荷側配線を介して接続され、車載負荷に電力を供給する第1蓄電装置と、
 上記整流器の高圧側出力端子に発電機側配線を介して接続され、該整流器の出力電圧の電圧値を異なる直流電圧に変換して出力する第2DC/DCコンバータと、
 上記第1蓄電装置より小さい蓄電容量を有し、上記第2DC/DCコンバータに接続される第2蓄電装置と、
 上記発電機側配線または上記負荷側配線に接続され、発電機の界磁巻線に界磁電流を供給するレギュレータ回路と、
 上記第1DC/DCコンバータおよび上記第2DC/DCコンバータを駆動制御して、上記発電機の発電電力を上記第1蓄電装置および上記第2蓄電装置に蓄電させる制御回路と、を備え、
 上記第2DC/DCコンバータが双方向DC/DCコンバータで構成され、
 上記第1DC/DCコンバータおよび上記第2DC/DCコンバータの一方が上記発電機の出力電圧を決められることを特徴とする車両用電源システム。

【請求項 2】

エンジンにより駆動されて交流電力を発電する発電機と、
 上記発電機で発電された交流電力を直流電力に整流して出力する整流器と、
 上記整流器の高圧側出力端子に発電機側配線を介して接続され、該整流器の出力電圧の電圧値を異なる直流電圧に変換して出力する第1 DC / DCコンバータと、
 上記第1 DC / DCコンバータに負荷側配線を介して接続され、車載負荷に電力を供給する第1蓄電装置と、
 上記整流器の高圧側出力端子に発電機側配線を介して接続され、該整流器の出力電圧の電圧値を異なる直流電圧に変換して出力する第2 DC / DCコンバータと、
 上記第1蓄電装置より小さい蓄電容量を有し、上記第2 DC / DCコンバータに接続される第2蓄電装置と、
 上記発電機側配線または上記負荷側配線に接続され、発電機の界磁巻線に界磁電流を供給するレギュレータ回路と、
 上記第1 DC / DCコンバータおよび上記第2 DC / DCコンバータを駆動制御して、上記発電機の発電電力を上記第1蓄電装置および上記第2蓄電装置に蓄電させる制御回路と、を備え、
 上記第1 DC / DCコンバータおよび上記第2 DC / DCコンバータの一方が、電圧変換比を略1 / n倍（ただし、nは整数）とするDC / DCコンバータで構成され、
 上記制御回路が上記DC / DCコンバータを駆動制御して電圧変換比のnを変更することを特徴とする車両用電源システム。

10

20

【請求項 3】

上記制御回路は、上記DC / DCコンバータの電圧変換比のnを変える際に、上記界磁巻線への電力の供給を停止するように上記レギュレータ回路を制御し、上記発電機の発電を停止させることを特徴とする請求項2記載の車両用電源システム。

【請求項 4】

上記車載負荷に比べて大容量の大容量電気負荷に対して上記第2蓄電装置から上記第2 DC / DCコンバータを介して給電できるように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の車両用電源システム。

【請求項 5】

上記制御回路は、上記負荷側配線の電圧が第1の電圧値となるように上記第2 DC / DCコンバータを介しての上記第2蓄電装置の充放電電流をフィードバック制御するとともに、車両の加速時および定速走行時には、上記負荷側配線の電圧が上記第1の電圧値より低い第2の電圧値となるように、かつ車両の減速時には、上記負荷側配線の電圧が上記第1の電圧値より高い第3の電圧値となるように、上記発電機に通電される界磁電流をフィードバック制御するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の車両用電源システム。

30

【請求項 6】

上記エンジンもしくは上記発電機の回転子の回転速度を検出する回転センサを備え、
 上記制御回路は、上記回転センサにより検出された上記回転速度に応じて上記DC / DCコンバータの電圧変換比のnを変更することを特徴とする請求項2又は請求項3記載の車両用電源システム。

40

【請求項 7】

上記制御回路は、車両の加速時では、上記第2蓄電装置が非過放電状態であれば、上記発電機を非発電状態として、上記第2蓄電装置に蓄電された電力を上記車載負荷に供給し、車両の減速時では、上記第2蓄電装置が非過充電状態であれば、上記発電機を発電状態とし、該発電機の発電電力を上記車載負荷に供給するとともに、上記第2蓄電装置に充電させるように、上記第2 DC / DCコンバータを動作制御することを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の車両用電源システム。

【請求項 8】

第2蓄電装置の状態異常を報知する報知手段を有し、

50

上記制御回路は、上記第2蓄電装置の放電開始時に該第2蓄電装置の状態を判定し、該第2蓄電装置が状態異常していると上記報知手段を動作させて、該第2蓄電装置の状態異常を運転者に報知するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の車両用電源システム。

【請求項9】

上記制御回路は、上記第2蓄電装置の放電開始時に該第2蓄電装置の状態を判定し、上記第2蓄電装置が状態異常していると、上記第2蓄電装置の放電動作を停止するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4および請求項8のいずれか1項に記載の車両用電源システム。

【請求項10】

上記第1DC/DCコンバータの動作異常を報知する報知手段を有し、
上記制御回路は、上記第1DC/DCコンバータの動作が正常であるか否かを判定し、該第1DC/DCコンバータの動作が異常であると上記報知手段を動作させて、該第1DC/DCコンバータの動作異常を運転者に報知するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の車両用電源システム。

【請求項11】

上記制御回路は、上記第1DC/DCコンバータの動作が正常であるか否かを判定し、上記第1DC/DCコンバータの動作が異常であると、上記第2DC/DCコンバータの動作を停止するとともに、上記発電機の発電を停止するように構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項4および請求項10のいずれか1項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】

この発明は、車両用電源システムに関し、特に車両の制動エネルギーの回生と車両の燃費向上とを実現できる車両用電源システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の車両用電源システムは、車両の減速時に、エンジンにより駆動されてバッテリーに給電する発電機の発電電圧を、車両の非減速時よりも高くするように構成し、車両の減速時には制動エネルギーの回生を積極的に行い、車両の非減速時にはエンジンへの負荷を低減させて燃費の向上を図るようになっている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-67504号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の車両用電源システムでは、発電機の発電電力をバッテリーに直接供給してバッテリーを充電するように構成されているので、発電機の発電電力を大きく変化させると、バッテリーの寿命を縮めることにつながる。その結果、発電機の発電電力を高くする幅を大きくすることができず、バッテリーの充電量を大きく増加できないという問題があった。

【0005】

この発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、第1蓄電装置の寿命の低下を抑えて発電機の発電電力を大きく変化できるようにして第1蓄電装置の充電量の増加を図り、車両の制動エネルギーの回生と車両の燃費向上とを実現できる車両用電源システムを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

この発明による車両用電源システムは、エンジンにより駆動されて交流電力を発電する発電機と、上記発電機で発電された交流電力を直流電力に整流して出力する整流器と、上記整流器の高圧側出力端子に発電機側配線を介して接続され、該整流器の出力電圧の電圧値を異なる直流電圧に変換して出力する第1 DC / DCコンバータと、上記第1 DC / DCコンバータに負荷側配線を介して接続され、車載負荷に電力を供給する第1蓄電装置と、上記整流器の高圧側出力端子に発電機側配線を介して接続され、該整流器の出力電圧の電圧値を異なる直流電圧に変換して出力する第2 DC / DCコンバータと、上記第1蓄電装置より小さい蓄電容量を有し、上記第2 DC / DCコンバータに接続される第2蓄電装置と、上記発電機側配線または上記負荷側配線に接続され、発電機の界磁巻線に電力を供給するレギュレータ回路と、上記第1 DC / DCコンバータおよび上記第2 DC / DCコンバータを駆動制御して、上記発電機の発電電力を上記第1蓄電装置および上記第2蓄電装置に蓄電させる制御回路と、を備え、上記第2 DC / DCコンバータが双方向 DC / DCコンバータで構成され、上記第1 DC / DCコンバータおよび上記第2 DC / DCコンバータの一方が上記発電機の出力電圧を決められる。

10

【発明の効果】

【0007】

この発明によれば、第1蓄電装置が第1 DC / DCコンバータを介して整流器の高圧側出力端子に接続されているので、発電機の発電電力が第1蓄電装置に直接供給されない。そこで、発電機の発電電力を大きく変化させても、第1蓄電装置の寿命を縮めることにつながらない。その結果、発電機の発電電力を高くする幅を大きくすることができ、第1蓄電装置および第2蓄電装置の充電量を大きく増加できる。これにより、車両の制動エネルギーを効率的に回収でき、非減速時のエンジンの負荷を軽減して燃費の向上が図られる。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【図2】この発明の実施の形態2に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【図3】この発明の実施の形態3に係る車両用電源システムに用いられる DC / DCコンバータの構成を示す回路図である。

【図4】この発明の実施の形態3に係る車両用電源システムに用いられる DC / DCコンバータの構成を示す回路図である。

30

【図5】この発明の実施の形態3に係る車両用電源システムに用いられる発電機の出力特性を示す図である。

【図6】この発明の実施の形態4に係る車両用電源システムに用いられる DC / DCコンバータの構成を示す回路図である。

【図7】この発明の実施の形態4に係る車両用電源システムに用いられる発電機の出力特性を示す図である。

【図8】この発明の実施の形態5に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【図9】この発明の実施の形態7に係る車両用電源システムにおける車両の加速時の動作を説明する図である。

【図10】この発明の実施の形態7に係る車両用電源システムにおける車両の減速時の動作を説明する図である。

40

【図11】この発明の実施の形態7に係る車両用電源システムにおける車両のアイドリング時の動作を説明する図である。

【図12】この発明の実施の形態8に係る車両用電源システムにおける車両の加速時の動作を説明する図である。

【図13】この発明の実施の形態8に係る車両用電源システムにおける車両の減速時の動作を説明する図である。

【図14】この発明の実施の形態9に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【図15】この発明の実施の形態9に係る車両用電源システムにおけるシステム保護動作を説明する図である。

50

【図 16】この発明の実施の形態 10 に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【図 17】この発明の実施の形態 10 に係る車両用電源システムにおけるシステム保護動作を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【0010】

図 1 において、車両用電源システムは、エンジン 1 により駆動されて交流電力を発生する発電機 2 と、発電機 2 で発生された交流電力を直流電力に整流して出力する整流器 7 と、整流器 7 の出力電圧を異なる電圧値の直流電圧に変換して出力する第 1 DC / DC コンバータ 12 と、整流器 7 の出力電圧を異なる電圧値の直流電圧に変換して出力する第 2 DC / DC コンバータ 13 と、第 1 DC / DC コンバータ 12 により変換された直流電力により充電され、車載負荷 15 に電力を供給する第 1 蓄電装置としてのバッテリー 14 と、バッテリー 14 より小さい蓄電容量を有し、第 2 DC / DC コンバータ 13 により変換された直流電力を蓄える第 2 蓄電装置としての電気二重層コンデンサ 16 と、発電機 2 の界磁巻線 4 への通電量を制御するレギュレータ回路 9 と、エンジン 1 の回転数 f 、電気二重層コンデンサ 16 の端子電圧 V_c 、負荷側配線 18 b の電圧 V_b などに基づいて第 1 および第 2 DC / DC コンバータ 12, 13、およびレギュレータ回路 9 の駆動を制御する制御回路 17 と、を備えている。

【0011】

発電機 2 は、界磁巻線 4 を有するクローポール型回転子 3 と、3 相交流巻線 6 を有する固定子 5 と、整流器 7 と、レギュレータ回路 9 と、を備えたランデル型交流発電機である。なお、ここでは、整流器 7 とレギュレータ回路 9 とが発電機 2 に内蔵されているものとしているが、発電機 2 と別体に構成されてもよい。

整流器 7 は、2 つのダイオード 8 を直列に接続してなるダイオード対を並列に 3 つ接続したダイオードブリッジ回路からなる三相全波整流回路に構成され、3 相交流巻線 6 に誘起される交流電力を直流電力に整流する。

【0012】

レギュレータ回路 9 は、MOSFET 10 と、ダイオード 11 と、から構成されている。そして、MOSFET 10 のドレイン端子がダイオード 11 のアノード端子に接続され、ソース端子が接地され、ゲート端子が制御回路 17 に接続されている。また、ダイオード 11 のカソード端子が整流器 7 の高圧側出力端子 7 a と第 1 DC / DC コンバータ 12 の入力電圧端子とを接続する発電機側配線 18 a に接続されている。さらに、界磁巻線 4 の両端が、ダイオード 11 のカソード端子と、ダイオード 11 のアノード端子と MOSFET 10 のドレイン端子との接続点と、にそれぞれ接続されている。

【0013】

バッテリー 14 は、鉛蓄電池、ニッケル・カドミウム蓄電池などの二次電池であり、例えば 14 V (定格電圧) の低電圧系の車載電源を構成する。そして、バッテリー 14 は、第 1 DC / DC コンバータ 12 の出力電圧端子と車載負荷 15 とを接続する負荷側配線 18 b に接続されている。車載負荷 15 は、車両に搭載される空調装置やオーディオ装置等の電気機器であり、バッテリー 14 により駆動される。

電気二重層コンデンサ 16 は、第 2 DC / DC コンバータ 13 を介して整流器 7 の高圧側出力端子 7 a と第 1 DC / DC コンバータ 12 の入力電圧端子とを接続する発電機側配線 18 a に接続されている。

【0014】

つぎに、このように構成された発電機 2 の動作について説明する。

電流が回転子 3 の界磁巻線 4 に供給され、磁束が発生される。これにより、N 極と S 極とが、回転子 3 の外周部に、周方向に交互に形成される。そして、エンジン 1 の回転トルクが回転子 3 のシャフトに伝達され、回転子 3 が回転駆動される。そこで、回転磁界が固

10

20

30

40

50

定子 5 の 3 相交流巻線 6 に与えられ、起電力が 3 相交流巻線 6 に発生する。この交流の起電力が、整流器 7 により直流電力に整流され、出力される。

【 0 0 1 5 】

ここで、界磁巻線 4 に供給される電流が一定であると、発電機 2 の出力電圧は回転子 3 の回転速度の上昇とともに上昇する。この出力電圧の上昇により、3 相交流巻線 6 に流れる電流が増大し、3 相交流巻線 6 での発熱が増大する。安全性および信頼性の観点から、3 相交流巻線 6 での発熱量をある値以下に維持することが好ましい。このことから、界磁巻線 4 に供給される界磁電流をレギュレータ回路 9 により調整し、出力電圧（出力電流）を調整する。そして、3 相交流巻線 6 での発熱量は 3 相交流巻線 6 に流れる電流値に依存することから、大きな電力を得るには、出力電流をそのままとし、出力電圧を大きくすることが望ましい。または、出力電圧を大きくして電流を小さくすることで、3 相交流巻線 6 での銅損、整流器 7 での整流素子損を小さくすることができ、全体の損失を小さくし発電効率を向上させて、大きな電力を得ることも出来る。

10

【 0 0 1 6 】

この実施の形態 1 による車両用電源システムでは、14 V 系の車載電源を構成するバッテリー 14 が負荷側配線 18 b、第 1 DC / DC コンバータ 12 および発電機側配線 18 a を介して整流器 7 の高圧側出力端子 7 a に接続され、電気二重層コンデンサ 16 が、第 2 DC / DC コンバータ 13 を介して整流器 7 の高圧側出力端子 7 a と第 1 DC / DC コンバータ 12 の入力電圧端子とを接続する発電機側配線 18 a に接続されている。

【 0 0 1 7 】

20

そこで、車両の減速時に発電機 2 を発電させ、制御回路 17 が、第 1 および第 2 DC / DC コンバータ 12 , 13 を駆動制御し、発電機 2 の発電電力をバッテリー 14 および電気二重層コンデンサ 16 に蓄電させることができる。

これにより、発電機 2 の発電電力が第 1 DC / DC コンバータ 12 を介してバッテリー 14 に供給されるので、発電機 2 の発電電力を大きく変化させても、バッテリー 14 の寿命を低下させることがない。そこで、エンジン 1 の回転数が高い場合、発電機 2 の出力電圧を高くして発電電力を大きくできるので、バッテリー 14 および電気二重層コンデンサ 16 への充電時間を短縮できるとともに、充電量を大きく増加させることができる。その結果、車両の制動エネルギーを効率よく回生できる。そこで、非減速時に発電機 2 を発電させてバッテリー 14 および電気二重層コンデンサ 16 を充電させる動作を少なくできるので、非減速時のエンジン 1 の負荷が低減され、車両の燃費向上が図られる。

30

【 0 0 1 8 】

ここで、第 1 および第 2 DC / DC コンバータ 12 , 13 の一方に DC / DC コンバータ（電圧型）を用いることにより、発電機 2 の出力電圧を決めることで出力電力の制御ができる。また、第 1 および第 2 DC / DC コンバータ 12 , 13 の他方に電流制御機能付き DC / DC コンバータを用いることにより、発電機 2 の出力電力をバッテリー 14 と電気二重層コンデンサ 16 とに任意に分配できる。

【 0 0 1 9 】

実施の形態 2 .

図 2 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用電源システムの回路構成図である。

40

【 0 0 2 0 】

図 2 において、レギュレータ回路 9 を構成するダイオード 11 のカソード端子が第 1 DC / DC コンバータ 12 の出力電圧端子と車載負荷 15 とを接続する負荷側配線 18 b に接続されている。

なお、この実施の形態 2 による車両用電源システムは、ダイオード 11 のカソード端子が負荷側配線 18 b に接続されている点を除いて、上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【 0 0 2 1 】

したがって、この実施の形態 2 においても、上記実施の形態 1 と同様の効果を奏する。

電気二重層コンデンサ 16 は、自己放電しやすいことから、長時間停車していると、端

50

子電圧 V_c が 1.4 V 未満となる恐れがある。ダイオード 11 のカソード端子が発電機側配線 18 a に接続されている場合には、端子電圧 V_c が 1.4 V 未満となると、エンジン 1 が再始動されても、第 2 DC / DC コンバータ 13 の動作が行われず、界磁電流を発電機 2 に供給できない事態が生じる。バッテリー 14 は、電気二重層コンデンサ 16 に比べて自己放電し難いので、電圧の低下が長期的に抑えられる。この実施の形態 2 によれば、ダイオード 11 のカソード端子が負荷側配線 18 b に接続されているので、長時間停車していても、バッテリー 14 の電圧低下が抑えられ、界磁電流を発電機 2 に供給できない事態の発生が未然に回避される。

【0022】

実施の形態 3 .

図 3 はこの発明の実施の形態 3 に係る車両用電源システムに用いられる DC / DC コンバータ (電圧型) の構成を示す回路図、図 4 はこの発明の実施の形態 3 に係る車両用電源システムに用いられる電流制御機能付き DC / DC コンバータの構成を示す回路図である。

【0023】

この実施の形態 3 による車両用電源システムは、図 3 に示される DC / DC コンバータ 100 (DC / DC コンバータ (電圧型)) を第 1 DC / DC コンバータとし、図 4 に示される電流制御機能付き DC / DC コンバータ 101 を第 2 DC / DC コンバータとしている点を除いて、上記実施の形態 1 による車両用電源システムと同様に構成されている。

なお、電流制御機能付き DC / DC コンバータ 101 は、チョップパ式 DC / DC コンバータに電流制御できる機能を設けたものであり、ここでは、図 4 に示されるように、一般的なチョップパ式双方向 DC / DC コンバータを用いているので、電圧変換についての説明は省略する。

【0024】

図 3 において、DC / DC コンバータ 100 は、入力電圧端子 V_{aH} , V_{aL} と出力電圧端子 V_{bH} , V_{bL} との間に、低圧側および高圧側のスイッチング素子としての 2 つの MOSFET 51 ~ 54 を直列接続してなる 2 つの直列体と、各直列体に並列に接続された平滑コンデンサ C_{s1} , C_{s2} と、からなる 2 段の回路 A1 , A2 を備える。そして、回路 A1 , A2 は直列に接続され、回路 A1 が整流回路、回路 A2 が駆動用インバータ回路となる。さらに、エネルギー移行用のコンデンサ C_r1 とインダクタ L_r1 との LC 直列体 LC1 が、回路 A1 の 2 つの MOSFET 51 , 52 の接続点と回路 A2 の 2 つの MOSFET 53 , 54 の接続点との間に接続されている。

【0025】

なお、MOSFET 51 ~ 54 は、ソース、ドレイン間に寄生ダイオードが形成されているパワー MOSFET である。また、MOSFET 51 ~ 54 のゲート端子には、制御回路 17 からゲート信号 $Gate1H$, $Gate1L$, $Gate2H$, $Gate2L$ がそれぞれ出力される。

【0026】

つぎに、DC / DC コンバータ 100 の動作について説明する。

ここで、ゲート信号 $Gate1H$, $Gate1L$, $Gate2H$, $Gate2L$ はデューティ比が 50 % の ON / OFF 信号であり、ゲート信号 $Gate1H$, $Gate2H$ が同一の信号であり、ゲート信号 $Gate1L$, $Gate2L$ がゲート信号 $Gate1H$, $Gate2H$ を反転した信号である。

【0027】

まず、高圧側の MOSFET 52 , 54 が、ゲート信号 $Gate1H$, $Gate2H$ により ON 状態となると、電位差があるため、平滑コンデンサ C_{s2} に蓄えられたエネルギーの一部がコンデンサ C_r1 に移行する。

ついで、高圧側の MOSFET 52 , 54 が、ゲート信号 $Gate1H$, $Gate2H$ により OFF 状態となり、低圧側の MOSFET 51 , 53 が、ゲート信号 $Gate1L$, $Gate2L$ により ON 状態となると、電位差があるため、コンデンサ C_r1 に蓄えら

10

20

30

40

50

れたエネルギーが平滑コンデンサ C_{s1} に移行する。

【0028】

このように、コンデンサ C_{r1} の充放電により、平滑コンデンサ C_{s2} に蓄えられているエネルギーが平滑コンデンサ C_{s1} に移行される。そして、入力電圧端子 V_{aH} , V_{aL} 間に入力された電圧 V_1 が、約 $1/2$ 倍に降圧された電圧 V_2 として、出力電圧端子 V_{bH} , V_{bL} 間に出力される。なお、入力された電圧 V_1 の電力は、電圧 V_2 に降圧した電力として移行されることから、電圧 V_1 は電圧 V_2 の2倍の電圧よりも大きな値となっている。

【0029】

また、ゲート信号 $Gate_{2H}$, $Gate_{2L}$ をON信号とし、ゲート信号 $Gate_{1H}$, $Gate_{1L}$ をOFF信号とすれば、MOSFET53 , 54 がON状態となり、MOSFET51 , 52 がOFF状態となる。これにより、入力電圧端子 V_{aH} と出力電圧端子 V_{bH} とが導通状態となり、入力電圧端子 V_{aH} , V_{aL} 間に入力された電圧 V_1 が、約1倍に降圧された電圧 V_2 として、出力電圧端子 V_{bH} , V_{bL} 間に出力される。

【0030】

このように、DC/DCコンバータ100は、入力電圧 V_1 を1又は $1/2$ の電圧変換比 (V_2/V_1) で変換して出力することができる。

【0031】

また、コンデンサ C_{r1} にはインダクタ L_{r1} が直列に接続されてLC直列体 $LC1$ を構成しているので、エネルギーの移行は共振現象を利用したものとなり、MOSFET51 ~ 54 が状態変化する時の過渡的な損失がなく、大きなエネルギー量を効率よく移行することができる。このように、効率の点で優れているので、回路を冷却するための放熱器を小さくできる。また、MOSFET51 ~ 54 のスイッチング時の過渡的な損失がないので、スイッチング周波数を高く設定することができる。LC直列体 $LC1$ の共振周波数を大きくでき、エネルギー移行用のインダクタ L_{r1} のインダクタンス値とコンデンサ C_{r1} の容量値とを小さく設定でき、回路素子の小型化が図られる。これらのことから、DC/DCコンバータ100は全体を非常に小型にすることができる。

【0032】

ここで、実施の形態3に係る車両用電源システムに用いられる発電機の出力特性について説明する。図5はこの発明の実施の形態3に係る車両用電源システムに用いられる発電機の出力特性を示す図であり、縦軸は出力電力、横軸は回転子の回転速度である。なお、図5中、実線は14Vの出力特性線を示し、一点鎖線は28Vの出力特性線を示している。また、図5中、14Vの出力特性線と28Vの出力特性線との交点での回転子の回転速度を ω とする。

【0033】

図5から分かるように、回転速度 ω 未満の領域では、出力電圧を14Vに設定した場合に大きな発電電力を出力することができ、回転速度 ω 以上の領域では、出力電圧を28Vに設定した場合に大きな発電電力を出力することができる。

【0034】

自動車においては、通常、エンジン1の回転速度は1000rpm ~ 3000rpmの範囲がよく使用される。そこで、エンジン1の回転速度が1000rpm ~ 3000rpmの範囲において、図5に示される出力特性が得られるように、エンジン1と発電機2の回転子3との間の動力伝達機構の動力伝達比を調整している。

【0035】

この実施の形態3による車両用電源システムでは、制御回路17が回転子3の回転速度を監視し、発電機2の発電時の回転子3の回転速度に応じて、出力電圧を14V又は28Vに設定する。ここで、回転子3の回転速度はエンジン1の回転数 f とプリー比 (動力伝達比) とから算出してもよいし、回転センサを発電機2に取り付けて直接検出してもよい。

【0036】

10

20

30

40

50

が、回路A1の2つのMOSFET51, 52の接続点と回路A3の2つのMOSFET55, 56の接続点との間に接続されている。

【0043】

なお、MOSFET51~56は、ソース、ドレイン間に寄生ダイオードが形成されているパワーMOSFETである。また、MOSFET51~56のゲート端子には、制御回路17からゲート信号Gate1H, Gate1L, Gate2H, Gate2L, Gate3H, Gate3Lがそれぞれ出力される。

【0044】

つぎに、DC/DCコンバータ102の動作について説明する。

まず、DC/DCコンバータ102の電圧変換比が1/3倍である場合について説明する。

10

ゲート信号Gate1H, Gate1L, Gate2H, Gate2L, Gate3H, Gate3Lはデューティ比が50%のON/OFF信号であり、ゲート信号Gate1H, Gate2H, Gate3Hが同一の信号であり、ゲート信号Gate1L, Gate2L, Gate3Lがゲート信号Gate1H, Gate2H, Gate3Hを反転した信号である。

【0045】

まず、高圧側のMOSFET52, 54, 56が、ゲート信号Gate1H, Gate2H, Gate3HによりON状態となると、電位差があるため、平滑コンデンサCs2, Cs3に蓄えられたエネルギーの一部が、それぞれコンデンサCr2, Cr3に移行する。

20

ついで、高圧側のMOSFET52, 54, 56が、ゲート信号Gate1H, Gate2H, Gate3HによりOFF状態となり、低圧側のMOSFET51, 53, 55が、ゲート信号Gate1L, Gate2L, Gate3LによりON状態となると、電位差があるため、コンデンサCr2, Cr3に蓄えられたエネルギーが、それぞれ平滑コンデンサCs1, Cs2に移行する。

このように、コンデンサCr2, Cr3の充放電により、平滑コンデンサCs2, Cs3に蓄えられているエネルギーが平滑コンデンサCs2, Cs1に移行される。

【0046】

そして、入力電圧端子VaH, VaL間に入力された電圧V1が、約1/3倍に降圧された電圧V2として、出力電圧端子VbH, VbL間に出力される。なお、入力された電圧V1の電力は、電圧V2に降圧した電力として移行されることから、電圧V1は電圧V2の3倍の電圧よりも大きな値となっている。

30

【0047】

つぎに、DC/DCコンバータ102の電圧変換比が1/2倍である場合について説明する。

ゲート信号Gate1H, Gate1L, Gate2H, Gate2Lはデューティ比が50%のON/OFF信号であり、ゲート信号Gate1L, Gate2Lはゲート信号Gate1H, Gate2Hを反転した信号である。

【0048】

40

まず、高圧側のMOSFET52, 54が、ゲート信号Gate1H, 2HによりON状態となり、低圧側MOSFET51, 53が、ゲート信号Gate1L, 2LによりOFF状態となる。そこで、電位差があるため、平滑コンデンサCs2に蓄えられたエネルギーの一部がコンデンサCr2に移行する。

ついで、高圧側のMOSFET52, 54が、ゲート信号Gate1H, 2HによりOFF状態となり、低圧側のMOSFET51, 53が、ゲート信号Gate1L, 2LによりON状態となると、電位差があるため、コンデンサCr2に蓄えられたエネルギーが平滑コンデンサCs1に移行する。

このように、コンデンサCr2の充放電により、平滑コンデンサCs2に蓄えられているエネルギーが平滑コンデンサCs1に移行される。

50

【 0 0 4 9 】

そして、入力電圧端子 V a H , V a L 間に入力された電圧 V 1 が、約 1 / 2 倍に降圧された電圧 V 2 として、出力電圧端子 V b H , V b L 間に出力される。なお、入力された電圧 V 1 の電力は、電圧 V 2 に降圧した電力として移行されることから、電圧 V 1 は電圧 V 2 の 2 倍の電圧よりも大きな値となっている。

【 0 0 5 0 】

つぎに、DC / DC コンバータ 1 0 2 の電圧変換比が 1 倍である場合について説明する。

高圧側 MOS F E T 5 4 , 5 6 および低圧側 MOS F E T 5 3 , 5 5 を ON 状態に維持し、高圧側 MOS F E T 5 2 および低圧側 MOS F E T 5 1 を OFF 状態に維持する。これにより、入力電圧端子 V a H と出力電圧端子 V b H とが導通状態となり、入力電圧端子 V a H , V a L 間に入力された電圧 V 1 が、約 1 倍に降圧された電圧 V 2 として、出力電圧端子 V b H , V b L 間に出力される。

10

【 0 0 5 1 】

このように、DC / DC コンバータ 1 0 2 は、入力電圧 V 1 を 1、1 / 2、又は 1 / 3 の電圧変換比 (V 2 / V 1) で変換して出力することができる。

【 0 0 5 2 】

この実施の形態 4 においても、コンデンサ C r 2 , C r 3 にはインダクタ L r 2 , L r 3 が直列に接続されて LC 直列体 LC 2 , LC 3 を構成しているため、エネルギーの移行は共振現象を利用したものとなり、MOS F E T 5 1 ~ 5 6 が状態変化する時の過渡的な損失がなく、大きなエネルギー量を効率よく移行することができる。このように、効率の点で優れているので、回路を冷却するための放熱器を小さくできる。また、MOS F E T 5 1 ~ 5 6 のスイッチング時の過渡的な損失がないので、スイッチング周波数を高く設定することができる。LC 直列体 LC 2 , LC 3 の共振周波数を大きくでき、エネルギー移行用のインダクタ L r 2 , L r 3 のインダクタンス値とコンデンサ C r 2 , C r 3 の容量値とを小さく設定でき、回路素子の小型化が図られる。これらのことから、DC / DC コンバータ 1 0 2 は全体を非常に小型にすることができる。

20

【 0 0 5 3 】

ここで、実施の形態 4 に係る車両用電源システムに用いられる発電機の出力特性について説明する。図 7 はこの発明の実施の形態 4 に係る車両用電源システムに用いられる発電機の出力特性を示す図であり、縦軸は出力電力、横軸は回転子の回転速度である。なお、図 7 中、実線は 1 4 V の出力特性線を示し、一点鎖線は 2 8 V の出力特性線を示し、破線は 4 2 V の出力特性線を示している。また、図 7 中、1 4 V の出力特性線と 2 8 V の出力特性線との交点での回転子の回転速度を ω_1 、2 8 V の出力特性線と 4 2 V の出力特性線との交点での回転子の回転速度を ω_2 とする。

30

【 0 0 5 4 】

図 7 から分かるように、回転速度 ω_1 未満の領域では、出力電圧を 1 4 V に設定した場合に大きな発電電力を出力することができ、回転速度 ω_1 以上 ω_2 未満の領域では、出力電圧を 2 8 V に設定した場合に大きな発電電力を出力することができ、回転速度 ω_2 以上の領域では、出力電圧を 4 2 V に設定した場合に大きな発電電力を出力することができる。

40

【 0 0 5 5 】

自動車においては、通常、エンジン 1 の回転速度は 1 0 0 0 r p m ~ 3 0 0 0 r p m の範囲がよく使用される。そこで、エンジン 1 の回転速度が 1 0 0 0 r p m ~ 3 0 0 0 r p m の範囲において、図 7 に示される出力特性が得られるように、エンジン 1 と発電機 2 の回転子 3 との間の動力伝達機構の動力伝達比を調整している。

【 0 0 5 6 】

この実施の形態 4 による車両用電源システムでは、制御回路 1 7 が回転子 3 の回転速度を監視し、発電機 2 の発電時の回転子 3 の回転速度に応じて、出力電圧を 1 4 V、2 8 V 又は 4 2 V に設定する。ここで、回転子 3 の回転速度はエンジン 1 の回転数 f とプーリ比 (動力伝達比) とから算出してよい。

50

【 0 0 5 7 】

まず、回転子3の回転速度が回転速度 未満であると、出力電圧が14Vに設定される。そこで、制御回路17は、MOSFET53～56をON状態とし、MOSFET51～52をON状態とし、発電機2の出力とDC/DCコンバータ102の出力とを短絡状態とする。そして、レギュレータ回路9により界磁巻線4の界磁電流を調整し、DC/DCコンバータ102の出力電圧(V2)が14Vに調整され、バッテリー14が充電される。このとき、発電機2の出力電圧は14Vよりやや大きめの値となっている。この動作状態では、DC/DCコンバータ102内には高周波の電流が流れないため、電力損失の小さなエネルギー移行ができる。

【 0 0 5 8 】

また、回転子3の回転速度が回転速度 以上 未満であると、出力電圧が28Vに設定される。そこで、制御回路17は、上述の通り、MOSFET55, 56のON状態とし、MOSFET51～54のON/OFF動作を繰り返し、DC/DCコンバータ102の出力電圧V2と発電機2の出力電圧V1との関係が、 $V1 = 2 \cdot V2$ となるように維持する。ついで、レギュレータ回路9により界磁巻線4の界磁電流を調整し、DC/DCコンバータ102の出力電圧(V2)が14Vとなるように調整され、バッテリー14が充電される。このとき、発電機2の出力電圧は、14Vの2倍の28Vよりやや大きな値となっている。

【 0 0 5 9 】

さらに、回転子3の回転速度が回転速度 以上であると、出力電圧が42Vに設定される。そこで、制御回路17は、上述の通り、MOSFET51～56のON/OFF動作を繰り返し、DC/DCコンバータ102の出力電圧V2と発電機2の出力電圧V1との関係が、 $V1 = 3 \cdot V2$ となるように維持する。ついで、レギュレータ回路9により界磁巻線4の界磁電流を調整し、DC/DCコンバータ102の出力電圧(V2)が14Vとなるように調整され、バッテリー14が充電される。このとき、発電機2の出力電圧は、14Vの3倍の42Vよりやや大きな値となっている。

【 0 0 6 0 】

ここで、DC/DCコンバータ102の電圧変換比($1/n$)のn変更する際には、制御回路17が、界磁巻線4に流す界磁電流をゼロとするようにレギュレータ回路9を制御し、発電機2が発電しない状態とした後、切換スイッチ60を操作して、変圧変換比を変更している。

なお、発電機2の発電電力はバッテリー14に充電されるとともに、電流制御機能付きDC/DCコンバータ101のスイッチング素子が、制御回路17により駆動制御され、発電機2の発電電力がその出力電圧を降圧されて電気二重層コンデンサ16に蓄電される。

【 0 0 6 1 】

このように、この実施の形態4によれば、発電機2が大きな発電電力を出力できる出力電圧で発電されるので、バッテリー14および電気二重層コンデンサ16への充電時間を短縮できるとともに、充電量を大きく増加させることができる。その結果、車両の制動エネルギーを効率よく回生できる。そこで、非減速時に発電機2を発電させてバッテリー14および電気二重層コンデンサ16を充電させる動作を少なくできるので、非減速時のエンジン1の負荷が低減され、車両の燃費向上が図られる。

また、発電機2が発電していない状態で、DC/DCコンバータ102の電圧変換比を変更しているので、サージが発生せず、内部回路が損傷するような事態を回避できる。

【 0 0 6 2 】

なお、上記実施の形態3, 4では、電圧変換比が $1/n$ (但し、nは整数)に設定されたDC/DCコンバータ100, 102(DC/DCコンバータ(電圧型))を第1DC/DCコンバータに用い、一般的なチョップパ式双方向DC/DCコンバータ(電流制御機能付きDC/DCコンバータ)を第2DC/DCコンバータに用いるものとしているが、DC/DCコンバータ100, 102(DC/DCコンバータ(電圧型))を第2DC/DCコンバータに用い、一般的なチョップパ式双方向DC/DCコンバータ(電流制御機能

10

20

30

40

50

付きDC/DCコンバータ)を第1DC/DCコンバータに用いてもよい。

【0063】

実施の形態5.

図8はこの発明の実施の形態5に係る車両用電源システムの回路構成図である。

【0064】

図8において、電気二重層コンデンサ16が、第2DC/DCコンバータ13を介して大容量電気負荷19に接続されている。ここで、大容量電気負荷19は、車載負荷15に比べて大容量の負荷であり、例えばエンジン1を始動させる始動電動機、電動過給機や、掃除機などの外部電気機器である。

なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

10

【0065】

この実施の形態5による車両用電源システムの動作を、大容量電気負荷19が始動電動機である場合について説明する。

まず、キースイッチが投入されると、制御回路17が第2DC/DCコンバータ13のスイッチング素子をONとする。これにより、電気二重層コンデンサ16に蓄電されている電力が始動電動機(大容量電気負荷19)に供給され、始動電動機が駆動される。制御回路17は、エンジン1の始動を監視し、エンジン1の始動が確認されると、第2DC/DCコンバータ13のスイッチング素子をOFFとする。

【0066】

この実施の形態5によれば、電気二重層コンデンサ16に蓄電されている電力が始動電動機に供給されるように構成されているので、バッテリー14の大容量化が不要となり、高コスト化が抑制される。また、電気二重層コンデンサ16は、鉛蓄電池などのバッテリー14に比べて、放電性能が優れているので、始動電動機への電力の供給が速やかに行われ、エンジン1の始動を迅速に行うことができる。また、エンジン1の始動動作時の大電流放電に伴うバッテリー14の寿命の低下がない。

20

【0067】

実施の形態6.

上記実施の形態1では、発電機2の発電電力をバッテリー14と電気二重層コンデンサ16とに蓄電させるものとしているが、この実施の形態6では、発電機2の発電電力を電気二重層コンデンサ16に優先的に蓄電させるものであり、発電機2の発電電力が大きい場合に特に有効である。

30

【0068】

この実施の形態6では、第1DC/DCコンバータ12をOFFとして整流器7の高圧側出力端子7aとバッテリー14との接続を遮断しておき、電気二重層コンデンサ16の電位が所定値より低くなると、発電機2を発電させるとともに、第2DC/DCコンバータ13のスイッチング素子をONとし、発電機2の発電電力を電気二重層コンデンサ16のみに回収させる。また、第1DC/DCコンバータ12をONとしておき、第2DC/DCコンバータ13での電流制御で、発電機2の発電電力を電気二重層コンデンサ16の方にいくように制御を行い、発電機2の発電電力を電気二重層コンデンサ16に回収させてもよい。そして、制御回路17は、バッテリー14の電位を監視し、バッテリー14の電位が所定値より低くなった時に、第1および第2DC/DCコンバータ12,13を駆動制御して、電気二重層コンデンサ16の蓄電電力によりバッテリー14を充電する。

40

【0069】

この実施の形態6では、バッテリー14に対しては回生時の瞬時大電流充電が行われないので、回生によるバッテリー14の寿命低下を防止することができる。

また、第1および第2DC/DCコンバータ12,13のスイッチング素子がスイッチング動作を行わないので、電力損失が低減され、発電機2の発電電力を効率よく回収することができる。

【0070】

なお、発電機2の発電電力を電気二重層コンデンサ16に蓄電する際に、第2DC/D

50

Cコンバータ13を駆動制御して発電機2の出力電圧を所定の電圧に降圧して電気二重層コンデンサ16に蓄電させてもよい。

【0071】

実施の形態7.

図9はこの発明の実施の形態7に係る車両用電源システムにおける車両の加速時の動作を説明する図、図10はこの発明の実施の形態7に係る車両用電源システムにおける車両の減速時の動作を説明する図、図11はこの発明の実施の形態7に係る車両用電源システムにおける車両のアイドリング時の動作を説明する図である。

なお、この実施の形態7では、車両の加速時、減速時、アイドリング時における車両用電源システムの動作制御を図1に示される車両用電源システムを用いて説明する。

10

【0072】

まず、バッテリー14(負荷側配線18b)の電圧Vb、および電気二重層コンデンサ16の端子電圧Vcが電圧センサ(図示せず)により検出され、エンジン1の回転数fが回転センサ(図示せず)により検出される。そして、検出センサや回転センサの検出信号が制御回路17に入力される。制御回路17は、車両の走行状態、バッテリー14の電圧Vb、および電気二重層コンデンサ16の端子電圧Vcに基づいて、発電機2、第1DC/DCコンバータ12、および第2DC/DCコンバータ13の動作を制御する。なお、加速、減速、定速走行(巡行)、停止などの車両の走行状態は、ECU信号、エンジン回転数fの増減、アクセルペダルやブレーキペダルの状態などから判断できる。

【0073】

20

ついで、第2DC/DCコンバータ13の充放電電流は、電圧Vbが所定の第1の電圧値、例えば14V(制御目標値)に一定となるようにフィードバック制御される。つまり、電圧Vbが14Vより低くなれば、第2DC/DCコンバータ13は電気二重層コンデンサ16からの放電量を増加させるように動作制御され、バッテリー14への充電と車載負荷15への電力供給が行われる。また、電圧Vbが14Vより高くなれば、第2DC/DCコンバータ13は電気二重層コンデンサ16からの放電量を低下させるように、あるいは電気二重層コンデンサ16を充電させるように動作制御される。但し、第2DC/DCコンバータ13を介しての電気二重層コンデンサ16の充放電動作は、端子電圧Vcが所定の範囲内でのみ行われ、その範囲外では、第2DC/DCコンバータ13は停止される。例えば、第2DC/DCコンバータ13は、端子電圧Vcが28V~14Vの範囲内で電気二重層コンデンサ16を充放電させるように動作制御される。また、端子電圧Vcが28V以上となると、電気二重層コンデンサ16が過充電状態と判断され、端子電圧Vcが14V未満となると、電気二重層コンデンサ16が過放電状態と判断され、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止される。

30

【0074】

さらに、発電機2は、加速時、定速走行時、およびアイドリング時には、電圧Vbが14V(第1の電圧値)より低い第2の電圧値、例えば13.5V(制御目標値)となるように、減速時には、電圧Vbが14V(第1の電圧値)より高い第3の電圧値、例えば14.5V(制御目標値)となるように、界磁電流を調整されて駆動される。つまり、電圧Vbが制御目標値より低くなれば、界磁電流を増やして発電機2の発電量が増加され、電圧Vbが制御目標値より高くなれば、界磁電流を減らして発電機2の発電量が低減される。

40

【0075】

ここで、制御対象量は、第1DC/DCコンバータ12を介して行うので、例えば、第1DC/DCコンバータ12が2:1電圧変換を行っている場合には、電圧Vbを14Vに一定とするように制御することは、発電機側配線18aの電圧が28Vとなるように第2DC/DCコンバータ13を動作制御することになる。また、第1DC/DCコンバータ12が1:1電圧変換を行っている場合には、電圧Vbを14Vに一定とするように制御することは、発電機側配線18aの電圧が14Vとなるように第2DC/DCコンバータ13を動作制御することになる。

50

また、第1 DC / DCコンバータ12は、エンジン回転数 f が例えばアイドルリング域、即ち1000 rpm未満であれば、1 : 1電圧変換を行うように、1000 rpm以上であれば、2 : 1電圧変換を行うように、低圧側と高圧側との変圧比を変えるように動作制御される。

【0076】

つぎに、車両が加速時の発電機2、第1 DC / DCコンバータ12、および第2 DC / DCコンバータ13の動作を図9を参照しつつ説明する。

制御回路17は、車両が加速状態であると判断すると、発電機2の制御目標値を13.5 Vに設定し、第2 DC / DCコンバータ13の制御目標値を14 Vに設定する。そして、車両の加速状態では、エンジン回転数 f が1000 rpm以上であるので、第1 DC / DCコンバータ12は2 : 1電圧変換を行うように動作制御される。

10

【0077】

そして、端子電圧 V_c が14 V以上であると判断すると、電圧 V_b が14 Vとなるように、第2 DC / DCコンバータ13が動作制御される。つまり、第2 DC / DCコンバータ13は、発電機側配線18aの電圧が28 Vとなるように動作制御される。これにより、電気二重層コンデンサ16に蓄電された電力が放電され、必要な電力が車載負荷15に供給され、あるいはバッテリー14が充電される。そこで、電圧 V_b が発電機2の制御目標値である13.5 Vより高いので、発電機2への界磁電流の通電はなく、発電機2は非発電状態となる。

【0078】

20

また、電気二重層コンデンサ16に蓄電された電力が放電され、端子電圧 V_c が14 Vより低くなると、第2 DC / DCコンバータ13の動作が停止される。そして、電圧 V_b が13.5 Vより低くなると、発電機2が発電動作され、車載負荷15に電力を供給する。このとき、発電機2に通電される界磁電流は、電圧 V_b が13.5 Vとなるように調整され、発電機2の出力電圧、即ち発電機側配線18aの電圧が27 Vとなる。

【0079】

つぎに、車両が減速時の発電機2、第1 DC / DCコンバータ12、および第2 DC / DCコンバータ13の動作を図10を参照しつつ説明する。

制御回路17は、車両が減速状態であると判断すると、発電機2の制御目標値を14.5 Vに設定し、第2 DC / DCコンバータ13の制御目標値を14 Vに設定する。そして、車両の減速状態では、エンジン回転数 f が1000 rpm以上であるので、第1 DC / DCコンバータ12は2 : 1電圧変換を行うように動作制御される。

30

そして、電圧 V_b が14.5 Vとなるように発電機2に通電される界磁電流が調整され、発電機2が発電動作される。これにより、発電機2の出力電圧、即ち発電機側配線18aの電圧が29 Vとなる。そして、発電機側配線18aの電圧が第1 DC / DCコンバータ12により2 : 1電圧変換され、負荷側配線18bの電圧が14.5 Vとなる。そこで、電圧 V_b が第2 DC / DCコンバータ13の制御目標値である14 Vより高くなる。

【0080】

そして、端子電圧 V_c が28 V未満であると判断すると、第2 DC / DCコンバータ13が動作制御され、必要な電力が車載負荷15に供給され、余剰電力が電気二重層コンデンサ16に蓄電される。つまり、電圧 V_b が14 Vに維持されていれば、車載負荷15に必要な電力が賄え、発電機2の制御目標値は14.5 Vであるので、14 Vを超えた電力が余剰電力となり、電気二重層コンデンサ16に蓄電される。

40

また、減速状態が継続し、電気二重層コンデンサ16が満充電状態となり、端子電圧 V_c が28 V以上となると、第2 DC / DCコンバータ13の動作が停止される。発電機2の発電電力が車載負荷15およびバッテリー14に供給される。

【0081】

つぎに、車両がアイドルリング時の発電機2、第1 DC / DCコンバータ12、および第2 DC / DCコンバータ13の動作を図11を参照しつつ説明する。

制御回路17は、車両がアイドルリング状態であると判断すると、発電機2の制御目標値

50

を13.5Vに設定し、第2DC/DCコンバータ13の制御目標値を14Vに設定する。そして、車両のアイドル状態では、エンジン回転数fが1000rpm未満であるので、第1DC/DCコンバータ12は1:1電圧変換を行うように動作制御される。

【0082】

そして、端子電圧Vcが14V以上であると判断すると、電圧Vbが14Vとなるように、第2DC/DCコンバータ13が動作制御される。つまり、第2DC/DCコンバータ13は、発電機側配線18aの電圧が14Vとなるように動作制御される。これにより、電気二重層コンデンサ16に蓄電された電力が放電され、必要な電力が車載負荷15に供給され、あるいはバッテリー14が充電される。そこで、電圧Vbが発電機2の制御目標値である13.5Vより高いので、発電機2への界磁電流の通電はなく、発電機2は非発電状態となる。

10

【0083】

また、電気二重層コンデンサ16に蓄電された電力が放電され、端子電圧Vcが14Vより低くなると、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止される。そして、電圧Vbが13.5Vより低くなると、発電機2が発電動作され、車載負荷15に電力を供給する。このとき、発電機2に通電される界磁電流は、電圧Vbが13.5Vとなるように調整され、発電機2の出力電圧、即ち発電機側配線18aの電圧が13.5Vとなる。

【0084】

ここで、車両が定速走行(巡行)状態の場合、エンジン回転数fが1000rpm以上であるので、第1DC/DCコンバータ12は2:1電圧変換を行うように動作制御される。そこで、車両が定速走行状態の場合、図11において、端子電圧Vcが14V以上であると、発電機側配線18aの電圧が28Vとなるように、第2DC/DCコンバータ13が動作制御され、発電機2が非発電状態となる。また、端子電圧Vcが14V未満であると、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止され、発電機側配線18aの電圧が27Vとなるように、発電機2に通電される界磁電流が調整される。

20

【0085】

また、車両が停止している場合、図11において、端子電圧Vcが14V未満であると、発電機2が非発電状態となる。なお、他の動作は、アイドル状態での動作と同様である。

【0086】

ここで、従来の電源システムでは、システム制御用ECU(Electronic Control Unit)が必要であり、ECUは各機器の個別の情報を判別して発電状態を決定していた。そこで、ECUでの演算量やECUと各機器との間の通信量が膨大であった。本電源システムを採用すれば、機器毎に個別の制御目標値を設定し、機器毎に制御目標値に応じて制御することにより、減速時のエネルギー回生制御を受動的に最適に行うことが可能となる。これにより、ECUから各機器への制御が簡素化され、あるいは不要にできる。

30

【0087】

実施の形態8.

図12はこの発明の実施の形態8に係る車両用電源システムにおける車両の加速時の動作を説明する図、図13はこの発明の実施の形態8に係る車両用電源システムにおける車両の減速時の動作を説明する図である。

40

【0088】

上記実施の形態7では、エンジン回転数fが1000rpm未満の場合に1:1電圧変換し、1000rpm以上の場合に2:1電圧変換するように第1DC/DCコンバータ12を動作制御するものとしているが、この実施の形態8では、回転子3の回転速度が回転速度未満の場合には、1:1電圧変換し、回転速度以上の場合には、2:1電圧変換するように、第1DC/DCコンバータ12を動作制御するものである。なお、他の動作条件については、上記実施の形態7と同様である。

【0089】

まず、車両が加速時の発電機2、第1DC/DCコンバータ12、および第2DC/D

50

Cコンバータ13の動作を図12を参照しつつ説明する。

制御回路17は、車両が加速状態であると判断すると、発電機2の制御目標値を13.5Vに設定し、第2DC/DCコンバータ13の制御目標値を14Vに設定する。なお、図12では、第1DC/DCコンバータ12が2:1電圧変換するように動作制御されるものとしているが、回転子3の回転速度が回転速度未満の場合には、第1DC/DCコンバータ12は1:1電圧変換するように動作制御される。

【0090】

そして、端子電圧Vcが14V以上であると判断すると、電圧Vbが14Vとなるように、第2DC/DCコンバータ13が動作制御される。これにより、電気二重層コンデンサ16に蓄電された電力が放電され、必要な電力が車載負荷15に供給され、あるいはバッテリ14が充電される。そこで、電圧Vbが発電機2の制御目標値である13.5Vより高いので、発電機2への界磁電流の通電はなく、発電機2は非発電状態となる。

10

【0091】

また、電気二重層コンデンサ16に蓄電された電力が放電され、端子電圧Vcが14Vより低くなると、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止される。そして、電圧Vbが13.5Vより低くなると、発電機2が発電動作され、車載負荷15に電力を供給する。このとき、発電機2に通電される界磁電流は、電圧Vbが13.5Vとなるように調整される。

【0092】

つぎに、車両が減速時の発電機2、第1DC/DCコンバータ12、および第2DC/DCコンバータ13の動作を図13を参照しつつ説明する。

20

制御回路17は、車両が減速状態であると判断すると、発電機2の制御目標値を14.5Vに設定し、第2DC/DCコンバータ13の制御目標値を14Vに設定する。

そして、端子電圧Vcが28V以上であると判断すると、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止され、電圧Vbが14.5Vとなるように発電機2に通電される界磁電流が調整され、発電機2が発電動作される。このとき、回転子3の回転速度が回転速度未満の場合には、1:1電圧変換し、回転速度以上の場合には、2:1電圧変換するように、第1DC/DCコンバータ12が動作制御される。

【0093】

また、端子電圧Vcが28V未満であると判断すると、回転子3の回転速度が回転速度以上か否かが判断される。

30

そして、回転子3の回転速度が回転速度以上であると、第1DC/DCコンバータ12が2:1電圧変換するように動作制御され、電圧Vbが14.5Vとなるように発電機2に通電される界磁電流が調整され、発電機2が発電動作される。さらに、第2DC/DCコンバータ13が動作制御され、必要な電力が車載負荷15に供給され、14Vを超えた電力が電気二重層コンデンサ16に蓄電される。なお、減速状態が継続し、電気二重層コンデンサ16が満充電状態となり、端子電圧Vcが28V以上となると、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止される。発電機2の発電電力が車載負荷15およびバッテリ14に供給される。

【0094】

40

また、回転子3の回転速度が回転速度未満であると、第1DC/DCコンバータ12が1:1電圧変換するように動作制御され、電圧Vbが14.5Vとなるように発電機2に通電される界磁電流が調整され、発電機2が発電動作される。

第2DC/DCコンバータ13が動作制御され、必要な電力が車載負荷15に供給され、14Vを超えた電力が電気二重層コンデンサ16に蓄電される。

【0095】

また、減速状態が継続し、電気二重層コンデンサ16が満充電状態となり、端子電圧Vcが28V以上となると、第2DC/DCコンバータ13の動作が停止される。発電機2の発電電力が車載負荷15およびバッテリ14に供給される。

【0096】

50

なお、アイドリング時、巡行時、停止時の制御は、上記実施の形態 7 と同様であるので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 9 7 】

この実施の形態 8 によれば、図 5 に示される発電機 2 の出力特性を考慮し、回転子 3 の回転速度が回転速度 以上となると、大きな発電電力を出力できる出力電圧で発電できるように発電機 2 を駆動制御しているため、バッテリー 1 4 および電気二重層コンデンサ 1 6 への充電時間を短縮できるとともに、充電量を大きく増加させることができる。その結果、車両の制動エネルギーを効率よく回生できる。そこで、非減速時の発電機 2 を発電させてバッテリー 1 4 および電気二重層コンデンサ 1 6 を充電させる動作を少なくできるので、非減速時のエンジン 1 の負荷が低減され、車両の燃費向上が図られる。

10

【 0 0 9 8 】

実施の形態 9 .

図 1 4 はこの発明の実施の形態 9 に係る車両用電源システムの回路構成図、図 1 5 はこの発明の実施の形態 9 に係る車両用電源システムにおけるシステム保護動作を説明する図である。

【 0 0 9 9 】

図 1 4 において、報知手段としての警告灯 2 0 は、例えば車両のダッシュボードに設置され、制御回路 1 7 により ON / OFF 制御されて、点灯により電気二重層コンデンサ 1 6 の状態異常を運転者に報知する。第 2 DC / DC コンバータ 1 3 は、図 4 に示される電流制御機構付き DC / DC コンバータ 1 0 1 により構成されている。

20

なお、他の構成は上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【 0 1 0 0 】

つぎに、制御回路 1 7 による車両用電源システムのシステム保護動作を図 1 5 に基づいて説明する。なお、図 1 5 中、S 1 0 0 ~ S 1 0 4 はステップ 1 0 0 ~ ステップ 1 0 4 を表している。

【 0 1 0 1 】

まず、制御回路 1 7 は、第 2 DC / DC コンバータ 1 3 が放電動作を開始したか否かを判定する (ステップ 1 0 0)。そして、第 2 DC / DC コンバータ 1 3 が放電動作を開始したと判定すると、第 2 DC / DC コンバータ 1 3 を流れる電流、つまり電気二重層コンデンサ 1 6 の放電電流 I_c と電気二重層コンデンサ 1 6 の端子電圧 V_c とを取り込み、放電初期状態の電気二重層コンデンサ 1 6 の内部抵抗値を算出する (ステップ 1 0 1)。

30

【 0 1 0 2 】

ついで、算出された内部抵抗値が判定値以上であるか否かを判定する (ステップ 1 0 2)。ステップ 1 0 2 において、算出された内部抵抗値が判定値以上であると、電気二重層コンデンサ 1 6 が状態異常 (温度異常、または劣化) していると判断し、ステップ 1 0 3 に移行して警告灯 2 0 を点灯させる。さらに、ステップ 1 0 4 に移行し、第 2 DC / DC コンバータ 1 3 による放電動作を停止し、システム保護動作を終了する。また、電気二重層コンデンサ 1 6 が状態異常 (温度異常、または劣化) と判断した場合には、充電動作も停止させる。また、ステップ 1 0 2 において、算出された内部抵抗値が判定値未満である場合には、電気二重層コンデンサ 1 6 が正常であると判断し、システム保護動作を終了する。

40

【 0 1 0 3 】

ここで、判定値は、電気二重層コンデンサ 1 6 の状態異常 (温度異常、または劣化) を判定する指標となる内部抵抗値であり、抵抗値から電気二重層コンデンサの温度推定ができ、温度が高くなると電気二重層コンデンサの寿命が短くなる、また、温度以外の要因、例えば電解液漏れで抵抗が高くなるなどの理由から、電気二重層コンデンサの初期内部抵抗値の 1 . 4 倍に設定されている。

抵抗値が 1 . 4 倍になることを温度のみで考えると、約 1 2 0 の温度上昇に相当する。温度が 1 2 0 あがることは、電気二重層コンデンサの温度と寿命との関係 (温度が 1 0 あがると、寿命が 1 / 2 倍となる) から、寿命が約 1 / 1 0 0 0 倍となり、寿命が大

50

幅に短縮された状態となる。

【0104】

この実施の形態9によれば、制御回路17が、第2DC/DCコンバータ13の放電開始時に、放電開始時の内部抵抗値に基づいて電気二重層コンデンサ16の状態を判定し、電気二重層コンデンサ16が正常でない、すなわち温度異常である、又は劣化していると判定すると、警告灯20を点灯させている。そこで、運転者は、警告灯20の点灯により電気二重層コンデンサ16の状態異常を認識し、電気二重層コンデンサ16の交換時期の到来を知ることができる。

また、制御回路17は、電気二重層コンデンサ16が状態異常(温度異常、又は劣化)していると判定すると、第2DC/DCコンバータ13の放電動作を停止するので、第2DC/DCコンバータ13が放電動作を続けることに起因するシステム故障を未然に防止することができる。また、充電動作も停止させるため、充電し続けることによるシステム故障を未然に回避することができる。なお、第2DC/DCコンバータ13の放電動作が停止されても、発電機2の発電電力またはバッテリー14の電力が車載負荷15に供給されるので、車載負荷15の運転に支障をきたさない。

10

【0105】

実施の形態10.

図16はこの発明の実施の形態10に係る車両用電源システムの回路構成図、図17はこの発明の実施の形態10に係る車両用電源システムにおけるシステム保護動作を説明する図である。

20

【0106】

図16において、報知手段としての警告灯21は、例えば車両のダッシュボードに設置され、制御回路17によりON/OFF制御されて、点灯により第1DC/DCコンバータ12の動作異常を運転者に報知する。

なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

【0107】

つぎに、制御回路17による車両用電源システムのシステム保護動作を図17に基づいて説明する。なお、図17中、S110~S115はステップ110~ステップ115を表している。

【0108】

まず、制御回路17は、第1DC/DCコンバータ12が動作を開始したか否かを判定する(ステップ110)。そして、第1DC/DCコンバータ12が動作を開始したと判定すると、発電機側配線18aの電圧 V_a と負荷側配線18bの電圧 V_b とを取り込む(ステップ111)。ついで、第1DC/DCコンバータ12が動作している電圧変換比($1/n$ 倍)を求め、 V_b/V_a が $1/n$ と一致しているか否かを判定する(ステップ112)。例えば、第1DC/DCコンバータ12が $1/2$ 倍の電圧変換比で動作している場合、 V_b/V_a が $1/2$ と一致しているか否かを判定する。また、第1DC/DCコンバータ12が1倍の電圧変換比で動作している場合、 V_b/V_a が1と一致しているか否かを判定する。

30

【0109】

ついで、ステップ112において、 V_b/V_a が $1/n$ と一致していると、第1DC/DCコンバータ12が正常に動作していると判断し、ステップ111に戻る。また、ステップ112において、 V_b/V_a が $1/n$ と一致していないと、第1DC/DCコンバータ12が正常に動作していないと判断し、ステップ113に移行して警告灯21を点灯させる。ついで、ステップ114に移行し、第2DC/DCコンバータ13の動作を停止し、ステップ115に移行する。ステップ115では、界磁巻線4に流す界磁電流をゼロとするようにレギュレータ回路9を制御し、発電機2の発電を停止し、システム保護動作を終了する。

40

【0110】

なお、第1DC/DCコンバータは、電圧変換比を $1/n$ (n :整数)となるように制

50

御をおこなうが、内部回路での電圧ドロップから、整数倍からずれることがあり、その電圧ドロップは1～2Vであり、入力側電圧が高くなる。具体的には、電圧変換比は、1/2動作時では、 $14 / (28 + 2) \sim 14 / (28 + 0)$ 、つまり $0.933 \times (1/2) \sim 1 \times (1/2)$ の範囲となり、1/3動作時では、 $14 / (42 + 2) \sim 14 / (42 + 0)$ 、つまり $0.955 \times (1/3) \sim 1 \times (1/3)$ の範囲となる。そこで、ステップ112における第1DC/DCコンバータ12の動作が正常であるか否かの指標は、上記現象を考慮して、 $0.9 \times (1/n) \sim 1.0 \times (1/n)$ に設定されている。つまり、ステップ112では、 $0.9 \times (1/n) (V_b / V_a) \sim 1.0 \times (1/n)$ の場合に、第1DC/DCコンバータ12の動作が正常であると判定している。

【0111】

ここで、第1DC/DCコンバータ12の動作が異常である場合とは、第1DC/DCコンバータ12自体の故障で設定された1/n倍の電圧変換比となっていない場合のみならず、例えば発電機側配線18aの一部が脱落し、電流が流れない状態となっている場合も含まれる。そこで、第1DC/DCコンバータ12の動作が異常である場合、発電機2が発電する電圧 V_a は、第1DC/DCコンバータ12の1/n倍と無関係な高圧となってしまう。そして、発電機2が発電する電圧 V_a が第2DC/DCコンバータ13の耐圧を超えると、第2DC/DCコンバータ13の破壊をもたらすことになる。

【0112】

この実施の形態10によれば、制御回路17が、第1DC/DCコンバータ12の前後の電圧に基づいて第1DC/DCコンバータ12の動作が正常であるか否かを判定し、第1DC/DCコンバータ12の動作が異常であると判定すると、警告灯21を点灯させている。そこで、運転者は、警告灯21の点灯により第1DC/DCコンバータ12の動作異常を認識し、車両を停止させて、修理を依頼することができるとともに、第2DC/DCコンバータ13の破壊を未然に防止することができる。

【0113】

また、制御回路17は、第1DC/DCコンバータ12の動作が異常であると判定すると、第2DC/DCコンバータ13の動作を停止するとともに、発電機2の発電を停止するので、第2DC/DCコンバータ13の破壊を確実に防止することができる。

また、制御回路17が、第1DC/DCコンバータ12の前後の電圧 V_a 、 V_b に基づいて第1DC/DCコンバータ12の動作が正常であるか否かを判定しているため、第1DC/DCコンバータ12の動作異常を簡易な構成を判定することができる。

【0114】

ここで、上記実施の形態7～10では、図1に示される車両用電源システムで説明しているが、図2に示される車両用電源システムを用いてもよい。

また、上記実施の形態7型10では、電圧変換比が1倍と1/2倍である第1DC/DCコンバータ12を用いて説明しているが、電圧変換比が1倍、1/2倍、1/3倍である第1DC/DCコンバータを用いてもよいことはいうまでもないことである。

【0115】

なお、上記各実施の形態では、発電機として車両用交流発電機を用いるものとしているが、この発明は車両用交流発電機に限らず、車両用発電電動機に適用しても、同様の効果が得られる。

また、上記各実施の形態では、第1および第2蓄電装置と発電機のレギュレータ回路との駆動が1つの制御回路により制御されるものとして説明しているが、制御回路は、第1および第2蓄電装置の駆動を制御する制御回路と、発電機のレギュレータ回路の駆動を制御する制御回路とに分割構成されてもよい。

【0116】

また、上記各実施の形態では、電気二重層コンデンサを第2蓄電装置として用いるものとしているが、第2蓄電装置は電気二重層コンデンサに限定されるものではなく、第2蓄電装置は、第1蓄電装置より小さい蓄電容量を有していればよく、例えばリチウムイオンキャパシタ、リチウムイオン電池、リチウムイオン電池・電気二重層コンデンサの複合電

10

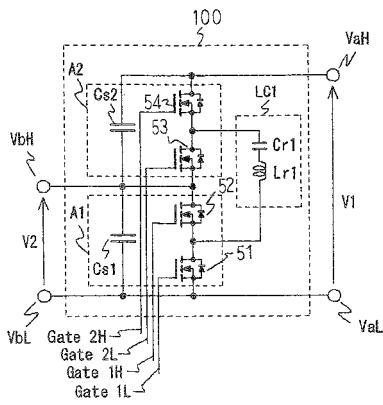
20

30

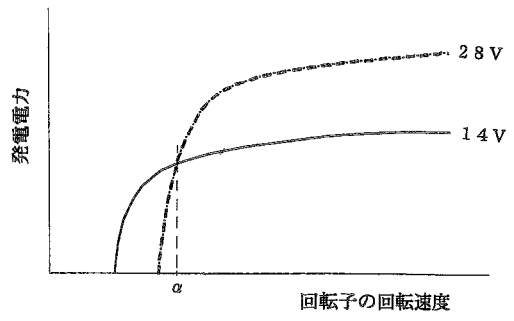
40

50

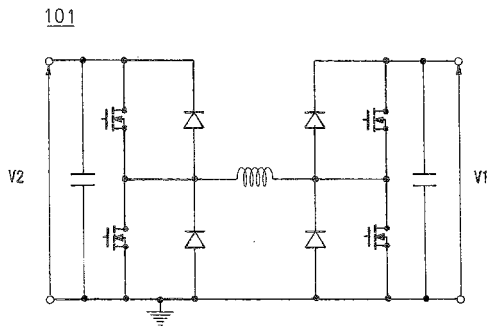
【図3】



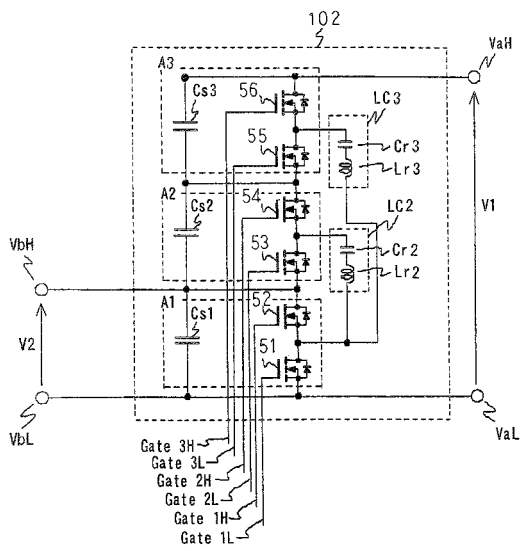
【図5】



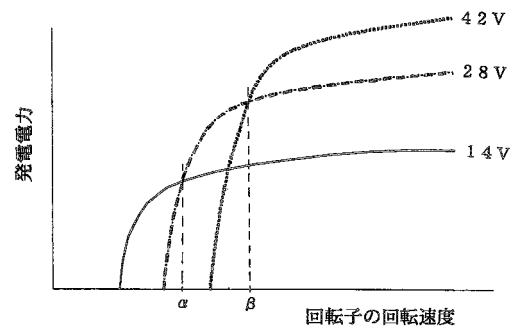
【図4】



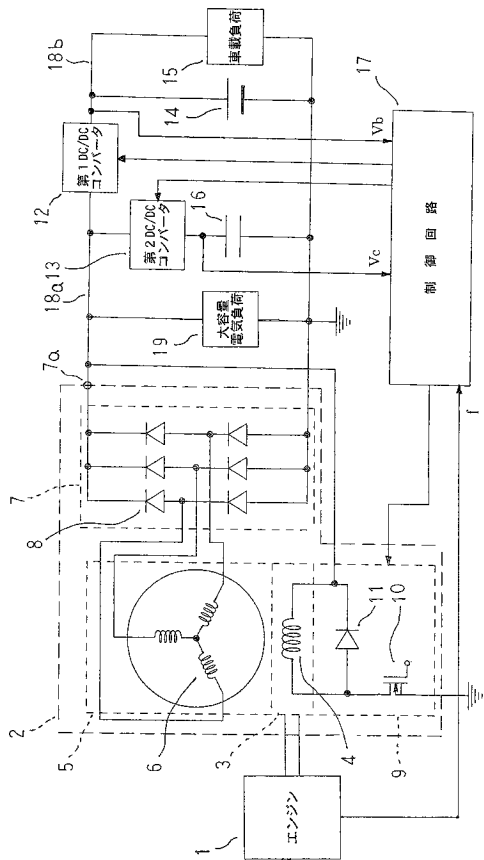
【図6】



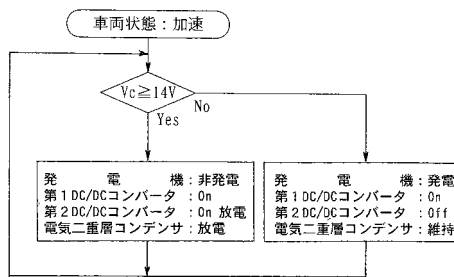
【図7】



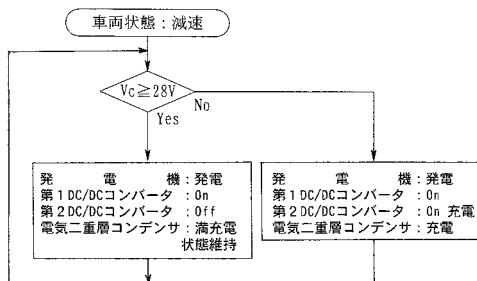
【図8】



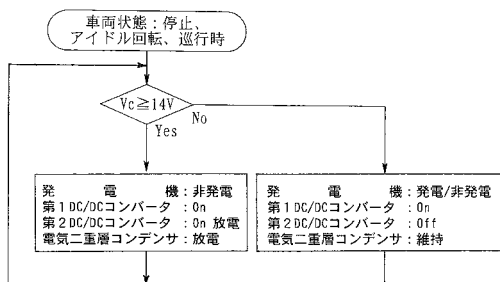
【図9】



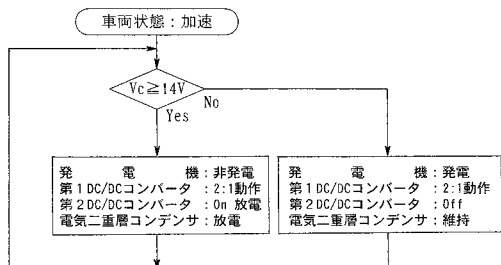
【図10】



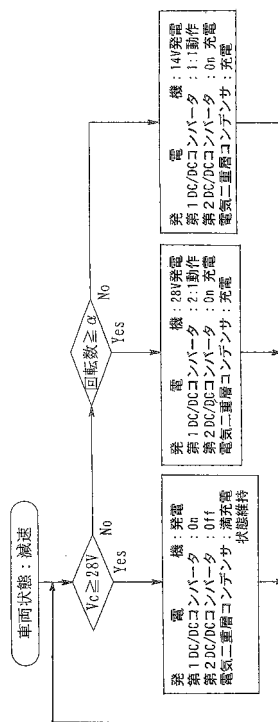
【図11】



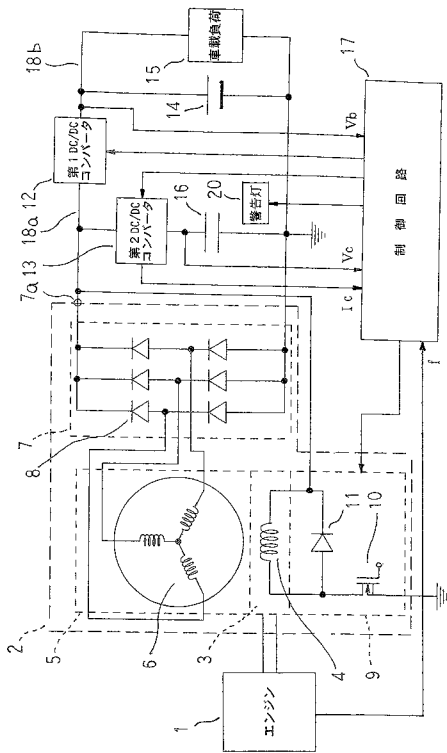
【図12】



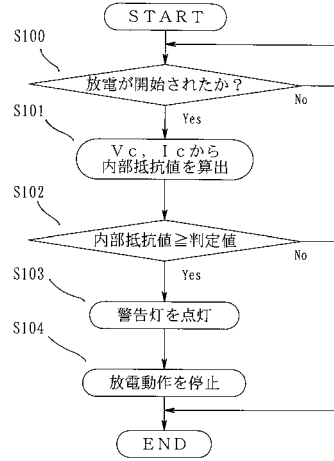
【図13】



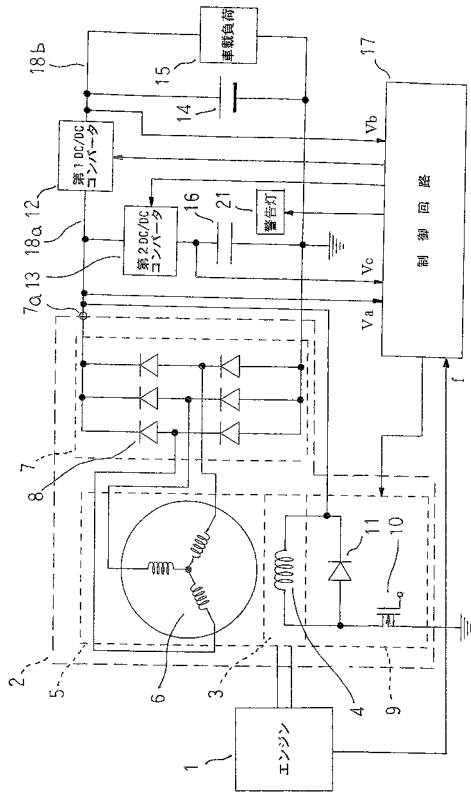
【図14】



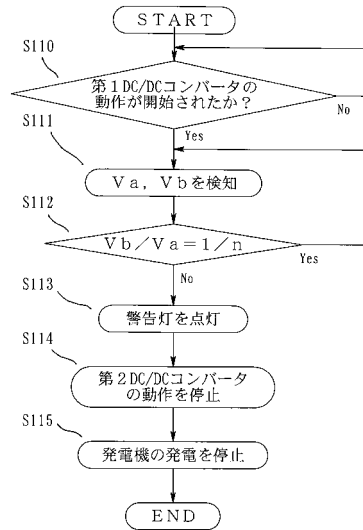
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

- (74)代理人 100161115
弁理士 飯野 智史
- (72)発明者 吉澤 敏行
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 井上 正哉
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 浦壁 隆浩
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 奥田 達也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 田中 優矢
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 永井 孝佳
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 原田 茂樹
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 高野 誠治

- (56)参考文献 特開2006-087163(JP,A)
特開2009-148090(JP,A)
実開昭62-185433(JP,U)
実開昭55-023869(JP,U)
特開2010-063330(JP,A)
特開2010-041913(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/16
B60R 16/033
H02J 7/00
H02J 7/14
H02J 7/34