

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6596383号
(P6596383)

(45) 発行日 令和1年10月23日 (2019. 10. 23)

(24) 登録日 令和1年10月4日 (2019. 10. 4)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 J 7/00 (2006. 01)	H O 2 J 7/00 J
H O 2 J 7/04 (2006. 01)	H O 2 J 7/00 P
H O 2 J 50/10 (2016. 01)	H O 2 J 7/00 3 O 1 D
H O 2 M 7/12 (2006. 01)	H O 2 J 7/04 L
B 6 O L 53/12 (2019. 01)	H O 2 J 50/10

請求項の数 11 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-102160 (P2016-102160)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成28年5月23日 (2016. 5. 23)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2017-212764 (P2017-212764A)		東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
(43) 公開日	平成29年11月30日 (2017. 11. 30)	(74) 代理人	110002505
審査請求日	平成30年11月27日 (2018. 11. 27)		特許業務法人航栄特許事務所
		(74) 代理人	100127801
			弁理士 本山 慎也
		(72) 発明者	横山 晋一
			埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会
			社本田技術研究所内
		審査官	赤穂 嘉紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充放電装置、輸送機器及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源と、

直列接続されたハイサイドとローサイドの 2 つのスイッチング素子を含むスイッチ部を 2 つと、ハイサイドの前記スイッチング素子とローサイドの前記スイッチング素子の間を接続点として前記 2 つのスイッチ部間を接続するコイルと、を有し、前記電源を充電するための電力又は前記電源から放電された電力を変換する変換部と、

前記 2 つのスイッチ部の一方が有する一方サイドの前記スイッチング素子の P W M 制御と、前記 2 つのスイッチ部の他方が有する他方サイドの前記スイッチング素子のオン制御と、の組み合わせによる複数のパターンに基づき、前記 2 つのスイッチ部が有する各スイッチング素子のオンオフ動作を制御する制御部と、を備え、

前記電源を加温する際、前記制御部は、前記電源と前記変換部とで閉回路を形成し、前記複数のパターンを循環して切り替えるルーチンを実行し、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記 2 つのスイッチ部がそれぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失、及び前記 2 つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失の少なくとも一方が等しくなるよう、設定されている、充放電装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の充放電装置であって、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記 2 つのスイッチ部が

それぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失が等しく、かつ、前記2つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失が等しくなるよう、設定されている、充放電装置。

【請求項3】

請求項1に記載の充放電装置であって、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記2つのスイッチ部がそれぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失、及び前記2つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失が全て等しくなるよう、設定されている、充放電装置。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか1項に記載の充放電装置であって、

前記電源は、前記制御部が前記ルーチンを実行してパターンを切り替える度に、放電状態と充電状態とが切り替わる、充放電装置。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか1項に記載の充放電装置であって、

前記制御部は、前記ルーチンを実行する際、一定時間毎にパターンを切り替える、充放電装置。

【請求項6】

請求項1から5のいずれか1項に記載の充放電装置であって、

前記電源及び前記変換部を一体に冷却する冷却部を備える、充放電装置。

【請求項7】

請求項1から6のいずれか1項に記載の充放電装置であって、

外部の電力系統への前記電源の継続的な放電を要求する第1指令、及び前記電力系統における周波数の安定を目的とした前記電源の間欠的な充放電を要求する第2指令の少なくとも一方の受信を予測する予測部を備え、

前記制御部は、前記予測部が前記第2指令の受信を予測した場合には、前記第1指令の受信を予測した場合よりも、前記電源を強く加温するよう前記ルーチンを実行する、充放電装置。

【請求項8】

請求項1から7のいずれか1項に記載の充放電装置であって、

外部の電力系統への前記電源の継続的な放電を要求する第1指令、及び前記電力系統における周波数の安定を目的とした前記電源の間欠的な充放電を要求する第2指令の少なくとも一方を受信する受信部を備え、

前記制御部は、前記受信部が前記第1指令及び前記第2指令の少なくとも一方を受信した際、前記ルーチンよりも前記受信部が受信した指令に基づく制御を優先する、充放電装置。

【請求項9】

請求項1から8のいずれか1項に記載の充放電装置であって、

前記コイルは、1次コイルから非接触で受電する2次コイルであり、

前記制御部は、前記ルーチンを実行することによって前記コイルを流れる電流の周波数が、前記1次コイルと前記2次コイルの共振周波数にならないように、前記ルーチンを実行する、充放電装置。

【請求項10】

請求項1から9のいずれか1項に記載の充放電装置を有する、輸送機器。

【請求項11】

電源と、

直列接続されたハイサイドとローサイドの2つのスイッチング素子を含むスイッチ部を2つと、ハイサイドの前記スイッチング素子とローサイドの前記スイッチング素子の間を接続点として前記2つのスイッチ部間を接続するコイルと、を有し、前記電源を充電するための電力又は前記電源から放電された電力を変換する変換部と、

10

20

30

40

50

前記 2 つのスイッチ部の一方が有する一方サイドの前記スイッチング素子の PWM 制御と、前記 2 つのスイッチ部の他方が有する他方サイドの前記スイッチング素子のオン制御と、の組み合わせによる複数のパターンに基づき、前記 2 つのスイッチ部が有する各スイッチング素子のオンオフ動作を制御する制御部と、を備えた充放電装置が行う制御方法であって、

前記電源を加温する際、前記制御部は、前記電源と前記変換部とで閉回路を形成し、前記複数のパターンを循環して切り替えるルーチンを実行し、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記 2 つのスイッチ部がそれぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失、及び前記 2 つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失の少なくとも一方が等しくなるよう、設定されている、制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源の加温を行う充放電装置、輸送機器及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に記載の蓄電システムでは、蓄電装置の充電と蓄電装置の加温とを効率良く行うために、外部電源からの電力を蓄電装置に供給する充電処理と、昇圧回路のスイッチング素子の周期的なオンオフ切り替えによって生成されるリップル電流を用いて蓄電装置を温める昇温処理とを交互に行う。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 050144 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記説明した特許文献 1 に記載の蓄電システムでは、昇圧回路が有するスイッチング素子は 2 つであり、この 2 つのスイッチング素子のオンとオフを周期的に切り替えることによって昇温処理を行う。このため、スイッチング素子にかかる負荷は略均等である。しかし、双方向の直流 - 交流変換が可能な双方向インバータ回路が用いられる場合、この双方向インバータ回路には、一般的な商用電力系統からの交流電力を直流電力に変換するためのスイッチング素子が 2 つと、蓄電装置からの直流電力を交流電力に変換するためのスイッチング素子が 2 つの合計 4 つのスイッチング素子が含まれる。双方向インバータ回路を有する蓄電システムにおいて、特許文献 1 に記載の昇温処理と同様の処理を行うと、4 つのスイッチング素子のうち、2 つのスイッチング素子に対してオンオフ切り替えが行われ、いわゆるハーフ・ブリッジ・モードとして機能する。このため、双方向インバータ回路を構成する 4 つのスイッチング素子のうち、2 つのスイッチング素子のみに負荷が集中する。

30

40

【0005】

本発明の目的は、加温による特定の部品への負荷集中を防止可能な充放電装置、輸送機器及び制御方法を提供することである。なお、加温とは、変換部のスイッチング素子で発生した損失による熱を加えることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、

電源（例えば、後述の実施形態でのバッテリー 101，201）と、

直列接続されたハイサイドとローサイドの 2 つのスイッチング素子を含むスイッチ部（例えば、後述の実施形態でのスイッチ部 150，250）を 2 つと、ハイサイドの前記ス

50

スイッチング素子とローサイドの前記スイッチング素子の間を接続点として前記２つのスイッチ部間を接続するコイル（例えば、後述の実施形態での２次コイルＬ２，コイルＬ）と、を有し、前記電源を充電するための電力又は前記電源から放電された電力を変換する変換部（例えば、後述の実施形態での整流器１０５，双方向充電器２０５）と、

前記２つのスイッチ部の一方が有する一方サイドの前記スイッチング素子のＰＷＭ制御と、前記２つのスイッチ部の他方が有する他方サイドの前記スイッチング素子のオン制御と、の組み合わせによる複数のパターンに基づき、前記２つのスイッチ部が有する各スイッチング素子のオンオフ動作を制御する制御部（例えば、後述の実施形態でのＥＣＵ１０７，２０７）と、を備え、

前記電源を加温する際、前記制御部は、前記電源と前記変換部とで閉回路を形成し、前記複数のパターンを循環して切り替えるルーチンを実行し、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記２つのスイッチ部がそれぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失、及び前記２つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失の少なくとも一方が等しくなるよう、設定されている、充放電装置である。

【０００７】

ここで請求項に記載した用語について補足する。「一方サイドの前記スイッチング素子」とは、ハイサイドの前記スイッチング素子とローサイドの前記スイッチング素子のうち、「他方サイドの前記スイッチング素子」とは異なる方を指す。例えば、「一方サイドの前記スイッチング素子」がハイサイドの前記スイッチング素子の場合、「他方サイドの前記スイッチング素子」はローサイドの前記スイッチング素子となる。また逆に「一方サイドの前記スイッチング素子」がローサイドの前記スイッチング素子の場合、「他方サイドの前記スイッチング素子」はハイサイドの前記スイッチング素子となる。上記補足は本請求項以降の請求項でも同様である。

【０００８】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の発明において、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記２つのスイッチ部がそれぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失が等しく、かつ、前記２つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失が等しくなるよう、設定されている。

【０００９】

請求項３に記載の発明は、請求項１に記載の発明において、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記２つのスイッチ部がそれぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失、及び前記２つのスイッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失が全て等しくなるよう、設定されている。

【００１０】

請求項４に記載の発明は、請求項１から３のいずれか１項に記載の発明において、

前記電源は、前記制御部が前記ルーチンを実行してパターンを切り替える度に、放電状態と充電状態とが切り替わる。

【００１１】

請求項５に記載の発明は、請求項１から４のいずれか１項に記載の発明において、

前記制御部は、前記ルーチンを実行する際、一定時間毎にパターンを切り替える。

【００１２】

請求項６に記載の発明は、請求項１から５のいずれか１項に記載の発明において、

前記電源及び前記変換部を一体に冷却する冷却部を備える。

【００１３】

請求項７に記載の発明は、請求項１から６のいずれか１項に記載の発明において、

外部の電力系統への前記電源の継続的な放電を要求する第１指令、及び前記電力系統における周波数の安定を目的とした前記電源の間欠的な充放電を要求する第２指令の少なく

10

20

30

40

50

とも一方の受信を予測する予側部（例えば、後述の実施形態での ECU 207）を備え、
前記制御部は、前記予側部が前記第 2 指令の受信を予測した場合には、前記第 1 指令の
受信を予測した場合よりも、前記電源を強く加温するよう前記ルーチンを実行する。

【0014】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の発明において、

外部の電力系統への前記電源の継続的な放電を要求する第 1 指令、及び前記電力系統に
おける周波数の安定を目的とした前記電源の間欠的な充放電を要求する第 2 指令の少なく
とも一方を受信する受信部（例えば、後述の実施形態でのデジタル通信部 211）を備え、

前記制御部は、前記受信部が前記第 1 指令及び前記第 2 指令の少なくとも一方を受信し
た際、前記ルーチンよりも前記受信部が受信した指令に基づく制御を優先する。

10

【0015】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の発明において、

前記コイルは、1 次コイルから非接触で受電する 2 次コイル（例えば、後述の実施形態
での 2 次コイル L2）であり、

前記制御部は、前記ルーチンを実行することによって前記コイルを流れる電流の周波数
が、前記 1 次コイルと前記 2 次コイルの共振周波数にならないように、前記ルーチンを実
行する。

【0016】

請求項 10 に記載の発明は、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の充放電装置を有す
る、輸送機器である。

20

【0017】

請求項 11 に記載の発明では、

電源（例えば、後述の実施形態でのバッテリー 101、201）と、

直列接続されたハイサイドとローサイドの 2 つのスイッチング素子を含むスイッチ部（
例えば、後述の実施形態でのスイッチ部 150、250）を 2 つと、ハイサイドの前記ス
イッチング素子とローサイドの前記スイッチング素子の間を接続点として前記 2 つのス
イッチ部間を接続するコイル（例えば、後述の実施形態での 2 次コイル L2、コイル L）と
、を有し、前記電源を充電するための電力又は前記電源から放電された電力を変換する変
換部（例えば、後述の実施形態での整流器 105、双方向充電器 205）と、

30

前記 2 つのスイッチ部の一方が有する一方サイドの前記スイッチング素子の PWM 制御
と、前記 2 つのスイッチ部の他方が有する他方サイドの前記スイッチング素子のオン制御
と、の組み合わせによる複数のパターンに基づき、前記 2 つのスイッチ部が有する各ス
イッチング素子のオンオフ動作を制御する制御部（例えば、後述の実施形態での ECU 10
7、207）と、を備えた充放電装置が行う制御方法であって、

前記電源を加温する際、前記制御部は、前記電源と前記変換部とで閉回路を形成し、前
記複数のパターンを循環して切り替えるルーチンを実行し、

前記複数のパターンは、全てのパターンが一回り循環すると、前記 2 つのスイッチ部が
それぞれ有する前記一方サイドの各スイッチング素子で発生する損失、及び前記 2 つのス
イッチ部がそれぞれ有する前記他方サイドの各スイッチング素子で発生する損失の少なく
とも一方が等しくなるよう、設定されている、制御方法である。

40

【発明の効果】

【0018】

請求項 1、10 及び 11 の発明によれば、電源を加温する際に、制御部は、変換部で発
生する損失が 2 つのスイッチ部のスイッチング素子間で分散するよう複数のパターンを設
定した上で、当該複数のパターンを循環して切り替えるルーチンを実行する。このため、
特定のスイッチング素子への負荷集中を回避しつつ電源を加温できる。

【0019】

請求項 2 の発明によれば、上記ルーチンを実行中の全てのパターンが一回り循環する間
に発生する損失は、2 つのスイッチ部がそれぞれ有する一方サイドのスイッチング素子間

50

で等しく、かつ、２つのスイッチ部がそれぞれ有する他方サイドのスイッチング素子間で等しいため、特定のスイッチング素子への負荷集中を効果的に回避しつつ電源を加温できる。

【００２０】

請求項３の発明によれば、上記ルーチンを実行中の全てのパターンが一回り循環する間に発生する損失は、２つのスイッチ部が有する全てのスイッチング素子間で等しいため、特定のスイッチング素子への負荷集中を完全に回避しつつ電源を加温できる。

【００２１】

請求項４の発明によれば、パターンが切り替わる度に電源の放電状態と充電状態とが切り替わり、コイルに対する電流の向きが変わる。このため、上記ルーチンの実行中におけるコイルの磁気飽和を回避できる。さらに、電源の加温に用いる電流は、電源とコイルの間でループを形成するため、加温のために電源の電力が必要以上に用いられることを防止できる。

10

【００２２】

請求項５の発明によれば、上記ルーチンを実行中はパターンを等時間毎に切り替えてコイルの励磁量を制御するため、特定のスイッチング素子への負荷集中とコイルの磁気飽和をバランス良く回避できる。

【００２３】

請求項６の発明によれば、制御部がルーチンを実行したことによって変換部で発生した熱が冷却部を介して電源を温めるため、電源の加温効率が増大する。

20

【００２４】

請求項７の発明によれば、電源の温度が低いと間欠的な充放電を応答性良く行うことができないため、第２指令の受信が予測された場合には、第１指令の受信が予測された場合よりも強く電源を加温する。その結果、電源は、第２指令に応じた間欠的な充放電を応答性良く行うことができる。

【００２５】

請求項８の発明によれば、第１指令に応じた継続的な放電又は第２指令に応じた間欠的な充放電を電源が行えば、電源は、制御部がルーチンを実行するまでもなく内部発熱によって加温される。したがって、第１指令及び第２指令の少なくとも一方を受信した際には、当該指令に基づく制御を優先することで、上記ルーチンを実行することなく電源を加温できる。また、第１指令や第２指令に応答した充放電に対するインセンティブを獲得できる。

30

【００２６】

請求項９の発明によれば、コイルを流れる電流の周波数が１次コイルと２次コイルの共振周波数であると、制御部が上記ルーチンを実行することによって２次コイルから１次コイルに電磁誘導の作用によって送電されてしまうが、当該共振周波数にならないようにルーチンが実行されるため、１次コイルへの送電を防止でき、電源の蓄電量低下を防止できる。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

40

【図１】本発明に係る充放電装置を搭載した第１実施形態の電動車両の概略構成、及び当該電動車両と送電装置との関係を示すブロック図である。

【図２】図１に示す電動車両の各構成要素と送電装置との関係を示す電気回路図である。

【図３】パターン毎の整流器の回路状態と、２次コイルにおける励磁量及び閉電流 I の各変化と、各スイッチング素子での損失量の変化と、各スイッチング素子のオンオフ動作に係る制御信号との一例を示す図である。

【図４】パターン毎の整流器の回路状態と、２次コイルにおける励磁量及び閉電流 I の各変化と、各スイッチング素子での損失量の変化と、各スイッチング素子のオンオフ動作に係る制御信号との他の例を示す図である。

【図５】電動車両の各構成要素と冷却液の循環路との位置関係を示す電気回路図である。

50

【図 6】本発明に係る充放電装置を搭載した第 2 実施形態の電動車両の概略構成、及び当該電動車両と外部電源装置（EVSE: Electric Vehicle Service Equipment）との関係を示すブロック図である。

【図 7】図 6 に示す電動車両の各構成要素と外部電源装置との関係を示す電気回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0029】

（第 1 実施形態）

図 1 は、本発明に係る充放電装置を搭載した第 1 実施形態の電動車両の概略構成、及び当該電動車両と送電装置との関係を示すブロック図である。図 1 に示す電動車両は、バッテリー（BATT）101 と、駆動部 103 と、2 次コイル L2 と、整流器 105 と、ECU（Electric Control Unit）107 とを備える。なお、図 1 中の太い実線は電力配線を示し、細い実線の矢印は制御信号を示す。また、図 2 は、図 1 に示す電動車両の各構成要素と送電装置との関係を示す電気回路図である。

【0030】

以下、第 1 実施形態の電動車両が備える各構成要素について説明する。

【0031】

バッテリー 101 は、直列又は並列に接続された複数の蓄電セルを有し、例えば 100 ~ 200 V の高電圧を供給する。蓄電セルは、例えば、リチウムイオン電池やニッケル水素電池である。

【0032】

駆動部 103 は、バッテリー 101 から供給される電力によって駆動され、電動車両が走行するための動力を発生する。

【0033】

2 次コイル L2 は、電動車両の底部に配設され、整流器 105 と電氣的に接続されている。

【0034】

整流器 105 は、ハイサイド（上アーム）とローサイド（下アーム）の 2 つのスイッチング素子を含むスイッチ部 150 を 2 つ有する。2 つのスイッチ部 150 が有する 4 つのスイッチング素子はブリッジ回路を形成し、2 つのスイッチ部 150 は 2 次コイル L2 が受電した交流を整流して直流にする。また、2 つのスイッチ部 150 は、ハイサイドのスイッチング素子とローサイドのスイッチング素子の間を接続点として 2 次コイル L2 を介して互いに接続されている。路面等に配設された送電装置 10 の 1 次コイル L1 に 2 次コイル L2 が対向した状態で 1 次コイル L1 が通電すると、電磁誘導の作用によって 2 次コイル L2 に誘導電流が流れる。整流器 105 は、2 次コイル L2 を流れる誘導電流を交流から直流に変換して、バッテリー 101 を充電する。

【0035】

ECU 107 は、充放電を行っていない状態のバッテリー 101 の温度が低く、かつ、所定の条件を満たす際、バッテリー 101 を加温するために、整流器 105 が有する 2 つのスイッチ部 150 の各スイッチング素子のオンオフ動作を制御する。このとき、ECU 107 は、バッテリー 101 と整流器 105 とで閉じた回路を形成し、各スイッチング素子のオンオフ状態が異なる 4 つのパターンを循環して切り替えるルーチンを実行する。

【0036】

図 3 は、パターン毎の整流器 105 の回路状態と、2 次コイル L2 における励磁量及び閉電流 I の各変化と、各スイッチング素子での損失量の変化と、各スイッチング素子のオンオフ動作に係る制御信号との一例を示す図である。なお、閉電流 I は、バッテリー 101 の放電電流を正值、充電電流を負値とした、各パターンでの閉回路を流れる電流である。ECU 107 は、整流器 105 の一方のスイッチ部 150 のハイサイドのスイッチング素子

10

20

30

40

50

Z 1 とローサイドのスイッチング素子 Z 3、並びに、他方のスイッチ部 1 5 0 のハイサイドのスイッチング素子 Z 2 とローサイドのスイッチング素子 Z 4 のそれぞれを、パターン毎にオン制御、オフ制御又は P W M (Pulse Width Modulation) 制御する。

【 0 0 3 7 】

パターン 1 では、E C U 1 0 7 は、スイッチング素子 Z 1 を P W M 制御、スイッチング素子 Z 4 をオン制御、スイッチング素子 Z 2 , Z 3 をオフ制御して閉回路を形成する。パターン 1 の閉回路におけるバッテリー 1 0 1 は放電を行う。また、スイッチング素子 Z 1 に対する P W M 制御では、閉電流 I が $0 \sim \pi$ の位相のサインカーブを描くようにデューティ比が制御される。したがって、パターン 1 下での 2 次コイル L 2 の励磁量は増加する。E C U 1 0 7 は、パターン 1 の制御を一定時間行った後、パターン 2 に切り替える。

10

【 0 0 3 8 】

パターン 2 では、E C U 1 0 7 は、スイッチング素子 Z 2 を P W M 制御、スイッチング素子 Z 3 をオン制御、スイッチング素子 Z 1 , Z 4 をオフ制御して閉回路を形成する。パターン 2 の閉回路におけるバッテリー 1 0 1 は、励磁した 2 次コイル L 2 が放電する閉電流 I によって充電される。また、スイッチング素子 Z 2 に対する P W M 制御では、閉電流 I が $\pi \sim 2\pi$ の位相のサインカーブを描くようにデューティ比が制御される。したがって、パターン 2 下での 2 次コイル L 2 の励磁量は減少する。E C U 1 0 7 は、パターン 2 の制御を一定時間行った後、パターン 3 に切り替える。

【 0 0 3 9 】

パターン 3 では、E C U 1 0 7 は、パターン 2 と同様に、スイッチング素子 Z 2 を P W M 制御、スイッチング素子 Z 3 をオン制御、スイッチング素子 Z 1 , Z 4 をオフ制御して閉回路を形成する。パターン 3 の閉回路におけるバッテリー 1 0 1 は放電を行う。また、スイッチング素子 Z 2 に対する P W M 制御では、閉電流 I が $0 \sim \pi$ の位相のサインカーブを描くようにデューティ比が制御される。したがって、パターン 3 下での 2 次コイル L 2 の励磁量は増加する。E C U 1 0 7 は、パターン 3 の制御を一定時間行った後、パターン 4 に切り替える。

20

【 0 0 4 0 】

パターン 4 では、E C U 1 0 7 は、パターン 1 と同様に、スイッチング素子 Z 1 を P W M 制御、スイッチング素子 Z 4 をオン制御、スイッチング素子 Z 2 , Z 3 をオフ制御して閉回路を形成する。パターン 4 の閉回路におけるバッテリー 1 0 1 は、励磁した 2 次コイル L 2 が放電する閉電流 I によって充電される。また、スイッチング素子 Z 1 に対する P W M 制御では、閉電流 I が $\pi \sim 2\pi$ の位相のサインカーブを描くようにデューティ比が制御される。したがって、パターン 4 下での 2 次コイル L 2 の励磁量は減少する。E C U 1 0 7 は、パターン 4 の制御を一定時間行った後、パターン 1 に切り替える。

30

【 0 0 4 1 】

上記説明した各パターンにおいて P W M 制御が行われるスイッチング素子では、図 3 に斜線のハッチングで示すスイッチング損が生じ、オン制御が行われるスイッチング素子では、図 3 に点のハッチングで示す導通損が生じる。本実施形態では、パターン 1 ~ 4 が循環して切り替えられるため、4 つのパターンが一回り循環する間に整流器 1 0 5 で発生する損失が、2 つのスイッチ部 1 5 0 のスイッチング素子間で分散する。図 3 に示した例では、2 つのスイッチ部 1 5 0 がそれぞれ有するハイサイドのスイッチング素子 Z 1 , Z 2 間で損失量が等しく、かつ、2 つのスイッチ部 1 5 0 がそれぞれ有するローサイドのスイッチング素子 Z 3 , Z 4 間で損失量が等しくなる。

40

【 0 0 4 2 】

なお、図 3 に示した例では、P W M 制御を行うスイッチング素子がハイサイドのスイッチング素子 Z 1 , Z 2 であり、オン制御を行うスイッチング素子がローサイドのスイッチング素子 Z 3 , Z 4 であるが、ハイサイドのスイッチング素子 Z 1 , Z 2 をオン制御し、ローサイドのスイッチング素子 Z 3 , Z 4 を P W M 制御しても良い。

【 0 0 4 3 】

また、図 4 に示すように、パターン 3 の代わりに、スイッチング素子 Z 3 を P W M 制御

50

、スイッチング素子 Z 2 をオン制御、スイッチング素子 Z 1 , Z 4 をオフ制御するパターン 3 A を行い、パターン 4 の代わりに、スイッチング素子 Z 4 を P W M 制御、スイッチング素子 Z 1 をオン制御、スイッチング素子 Z 2 , Z 3 をオフ制御するパターン 4 A を行っても良い。この場合、2つのスイッチ部 1 5 0 が有する全てのスイッチング素子間で損失量が等しくなる。

【 0 0 4 4 】

このように、E C U 1 0 7 が上記ルーチンを実行すると、バッテリー 1 0 1 は内部抵抗の発熱によって加温される。また、整流器 1 0 5 の2つのスイッチ部 1 5 0 が有する各スイッチング素子及び2次コイル L 2 でも、発生した損失が熱となる。したがって、図 5 に示すように、冷媒としての冷却液が循環する循環路 1 0 9 が、各スイッチング素子及び2次コイル L 2、並びに、バッテリー 1 0 1 に近接して配設されていれば、各スイッチング素子及び2次コイル L 2 で発生した熱が循環路 1 0 9 を介してバッテリー 1 0 1 を温めることができる。この場合、バッテリー 1 0 1 の加温効率が増大する。

10

【 0 0 4 5 】

なお、上記ルーチンを実行中の2次コイル L 2 を流れる閉電流の周波数が送電装置 1 0 の1次コイル L 1 と2次コイル L 2 の共振周波数であると、E C U 1 0 7 が上記ルーチンを実行することによって2次コイル L 2 から1次コイル L 1 に電磁誘導の作用によって送電されてしまう。しかし、本実施形態では、当該共振周波数にならないように、E C U 1 0 7 は、閉電流の周波数を決定するパターンの切り替えタイミングを制御するため、1次コイル L 1 への送電を防止でき、バッテリー 1 0 1 の蓄電低下を防止できる。より詳述すると、閉電流の周波数を高くするためには各パターンの切り替えタイミングを早くすればよい。一方、閉電流の周波数を低くするためには各パターンの切り替えタイミングを遅くすれば良い。

20

【 0 0 4 6 】

(第 2 実施形態)

図 6 は、本発明に係る充放電装置を搭載した第 2 実施形態の電動車両の概略構成、及び当該電動車両と外部電源装置 (EVSE: Electric Vehicle Service Equipment) との関係を示すブロック図である。図 6 に示す電動車両は、バッテリー (BATT) 2 0 1 と、駆動部 2 0 3 と、双方向充電器 2 0 5 と、E C U (Electric Control Unit) 2 0 7 と、インレット 2 0 9 と、デジタル通信部 2 1 1 とを備える。なお、図 6 中の太い実線は電力配線を示し、細い実線の矢印は制御信号を示す。また、図 7 は、図 6 に示す電動車両の各構成要素と外部電源装置との関係を示す電気回路図である。

30

【 0 0 4 7 】

以下、第 2 実施形態の電動車両が備える各構成要素について説明する。

【 0 0 4 8 】

バッテリー 2 0 1 は、直列又は並列に接続された複数の蓄電セルを有し、例えば 1 0 0 ~ 2 0 0 V の高電圧を供給する。蓄電セルは、例えば、リチウムイオン電池やニッケル水素電池である。

【 0 0 4 9 】

駆動部 2 0 3 は、バッテリー 2 0 1 から供給される電力によって駆動され、電動車両が走行するための動力を発生する。

40

【 0 0 5 0 】

双方向充電器 2 0 5 は、トランス方式の A C - D C 変換器であり、ハイサイド (上アーム) とローサイド (下アーム) の2つのスイッチング素子を含むスイッチ部 2 5 0 を2つと、トランスの一部を構成するコイル L とを有する。2つのスイッチ部 2 5 0 が有する4つのスイッチング素子はブリッジ回路を形成し、2つのスイッチ部 2 5 0 はインバータとして機能する。また、コイル L は、ハイサイドのスイッチング素子とローサイドのスイッチング素子の間を接続点として2つのスイッチ部 2 5 0 間を接続する。双方向充電器 2 0 5 は、商用電源等の外部の電力系統から得られた交流電圧を直流電圧に変換して、バッテリー 2 0 1 を充電する。また、双方向充電器 2 0 5 は、バッテリー 2 0 1 から放電された直流

50

電圧を交流電圧に変換して、この変換された電力を外部の電力系統又は電気負荷に供給する。

【 0 0 5 1 】

E C U 2 0 7 は、充放電を行っていない状態のバッテリー 2 0 1 の温度が低く、かつ、所定の条件を満たす際、バッテリー 2 0 1 を加温するために、双方向充電器 2 0 5 が有する 2 つのスイッチ部 2 5 0 の各スイッチング素子のオンオフ動作を制御する。このとき、E C U 2 0 7 は、バッテリー 2 0 1 と双方向充電器 2 0 5 とで閉回路を形成し、各スイッチング素子のオンオフ状態及びバッテリー 2 0 1 の充放電状態が異なる 4 つのパターンを循環して切り替えるルーチンを実行する。また、E C U 2 0 7 は、本実施形態の電動車両が、以下説明する V 2 G (Vehicle to Grid) へ参加する際に、双方向充電器 2 0 5 を用いた外部

10

【 0 0 5 2 】

本実施形態の電動車両が参加可能な V 2 G について説明する。V 2 G は、商用電力網を含む電力系統と電動車両との間で電力の融通を行うシステムであり、電動車両が移動手段として用いられない時には、この電動車両に搭載された蓄電器が電力貯蔵設備として利用される。このため、V 2 G に参加する電動車両と電力系統の間では双方向の電力の授受が行われる。V 2 G に参加する電動車両は、電力系統の状況に応じて、電力系統における需給均衡の維持を目的とする継続的な放電、又は、電力系統における周波数の安定を目的とする間欠的な充放電を行う。需給均衡の維持を目的とした電動車両の継続的放電によって得られる電力は、電力系統の「瞬動予備力 (Spinning Reserve)」として利用される。この瞬動予備力のための継続的放電は、特に、電力系統における電力需要の増加に伴い、需給均衡を維持するために必要とされる電力系統への電力供給を目的として行われる。また、周波数の安定を目的とした電動車両の充放電によって授受される電力は、電力系統の「周波数調整 (Frequency Regulation)」に利用される。いずれも電動車両が電力系統の安定化に寄与する。

20

【 0 0 5 3 】

上記説明した V 2 G を実現するシステムは、火力、風力、原子力又は太陽光等のエネルギーによって発電を行う発電所及び発電所を含む電力供給家が発電した電力の送電網等から構成された電力系統と、電気を必要とし電力の供給を受けている電力需要家と、配電設備等を介して送電網に接続された外部電源装置 (EVSE: Electric Vehicle Service Equipment) と、充放電可能なバッテリーを有する E V (Electrical Vehicle) や P H E V (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) 等の電動車両と、通信網と、通信網に接続された外部電源装置を介して複数の電動車両が有する各蓄電器の充放電を管理するアグリゲータとから構成される。アグリゲータは、電動車両のバッテリーを含む複数の蓄電装置の充放電を管理することによって、発電所を運営する電力会社又は送電網を運営する送電会社等の要求に応えることができる。

30

【 0 0 5 4 】

電動車両が備えるインレット 2 0 9 には、図 6 に示した外部電源装置 2 0 のコネクタ 2 1 が着脱可能である。コネクタ 2 1 は、電動車両のインレット 2 0 9 に接続された状態で、外部電源装置 2 0 と電動車両との間で電力の授受を行う。外部電源装置 2 0 には、ホームゲートウェイ 3 0 を介して通信網に接続されたデジタル通信部 2 3 が設けられ、電力線通信 (デジタル通信) 技術を用いて、外部電源装置 2 0 と電動車両との間で授受される電気に対し、アグリゲータから得られた信号を重畳する。このため、アグリゲータからの制御信号は、コネクタ 2 1 が電動車両のインレット 2 0 9 に接続された状態であれば、電動車両に送られる。

40

【 0 0 5 5 】

電動車両が備えるデジタル通信部 2 1 1 は、インレット 2 0 9 に外部電源装置 2 0 のコネクタ 2 1 が装着された状態で、電力線通信技術によって外部電源装置 2 0 からの電気に重畳された信号を受信し、電動車両が V 2 G に参加する場合は、この信号が示す指令を E C U 2 0 7 に送る。

50

【 0 0 5 6 】

本実施形態の ECU 207 は、第 1 実施形態と同様に、双方向充電器 205 の一方のスイッチ部 250 のハイサイドのスイッチング素子 Z1 とローサイドのスイッチング素子 Z3、並びに、他方のスイッチ部 250 のハイサイドのスイッチング素子 Z2 とローサイドのスイッチング素子 Z4 のそれぞれを、パターン毎にオン制御、オフ制御又は PWM 制御する。バッテリー 201 を加温するために行われるルーチンにおける 4 つのパターンは、図 3 又は図 4 を参照した第 1 実施形態での説明と同様に循環して行われる。なお、バッテリー 201 の加温効率を増大するために、冷媒としての冷却液が循環する循環路を、各スイッチング素子及びコイル L、並びに、バッテリー 201 に近接して配設しても良い。

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態の ECU 207 は、電動車両が V2G に参加する場合に、アグリゲータから外部電源装置 20 を介して電動車両に送られる、外部の電力系統における需給均衡の維持を目的とする継続的な放電を要求する第 1 指令や、外部の電力系統における周波数の安定を目的とした間欠的な充放電を要求する第 2 指令の受信を予測する。当該予測は例えば、需給均衡の時系列的な変化や、当該時系列的な変化と過去の実績の比較、当該時系列的な変化の数式モデルへの適用などで行われて良い。また、アグリゲータが当該予測を行い、その結果を ECU 207 が受信しても良い。バッテリー 201 の温度が低いと、第 2 指令に応じた間欠的な充放電を応答性良く行うことができない。このため、ECU 207 は、第 1 指令よりも高速な充放電が要求される第 2 指令の受信を予測した場合、バッテリー 201 を加温するためのルーチンを行う際に、第 1 指令の受信を予測した場合よりもバッテリー 201 が強く加温されるよう制御する。その結果、バッテリー 201 は、第 2 指令に応じた間欠的な充放電を応答性良く行うことができる。なお、バッテリー 201 を強く加温するには、ECU 207 は、ルーチンの実行時間を長くしたり、各パターンにおける閉電流の実効値を高くする制御を行う。

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態の ECU 207 は、デジタル通信部 211 が第 1 指令及び第 2 指令の少なくとも一方を受信した際、バッテリー 201 を加温するために行われるルーチンよりも、デジタル通信部 211 が受信した指令に基づく充放電制御を優先する。第 1 指令に応じた継続的な放電又は第 2 指令に応じた間欠的な充放電をバッテリー 201 が行えば、バッテリー 201 は、ECU 207 が上記ルーチンを実行するまでもなく内部抵抗の発熱によって加温される。したがって、第 1 指令及び第 2 指令の少なくとも一方を受信した際には、当該指令に基づく制御を優先することで、上記ルーチンを実行することなくバッテリー 201 を加温できる。また、第 1 指令や第 2 指令に応答した充放電に対するインセンティブを獲得できる。

【 0 0 5 9 】

以上説明したように、上記説明した第 1 及び第 2 実施形態によれば、バッテリー 101、201 を加温する際に、ECU 107、207 は、整流器 105 又は双方向充電器 205 で発生する損失が 2 つのスイッチ部のスイッチング素子間で分散するよう 4 つのパターンを設定した上で、当該 4 つのパターンを循環して切り替えるルーチンを実行する。このルーチンを実行中は、閉回路を流れる電流がバッテリー 101、201 を流れる際に発生するバッテリー 101、201 の内部抵抗による発熱によって、バッテリー 101、201 が加温される。このとき、図 3 に示した例では、4 つのパターンが一回り循環する間に整流器 105 又は双方向充電器 205 で発生する損失が、2 つのスイッチ部のハイサイドのスイッチング素子 Z1、Z2 間で等しく、かつ、2 つのスイッチ部のローサイドのスイッチング素子 Z3、Z4 間で等しいため、特定のスイッチング素子への負荷集中を効果的に回避できる。また、図 4 に示した例では、4 つのパターンが一回り循環する間に整流器 105 又は双方向充電器 205 で発生する損失が、2 つのスイッチ部が有する全てのスイッチング素子間で等しいため、特定のスイッチング素子への負荷集中を完全に回避できる。

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態では、パターンが切り替わる度にバッテリー 101、201 の放電状

10

20

30

40

50

態と充電状態とが切り替わり、閉回路を流れる電流の向きが変わる。このため、上記ルーチンの実行中における２次コイルＬ２又はコイルＬの磁気飽和を回避できる。さらに、バッテリー１０１，２０１の加温に用いる電流は、バッテリー１０１，２０１とコイルＬ２，Ｌの間でループを形成するため、加温のためにバッテリー１０１，２０１の電力が必要以上に用いられることを防止できる。

【００６１】

また、上記実施形態では、上記ルーチンを実行中は、パターンを等時間毎に切り替えて２次コイルＬ２又はコイルＬの励磁量を制御するため、特定のスイッチング素子への負荷集中とコイルの磁気飽和をバランス良く回避できる。

【００６２】

なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。例えば、第１実施形態の電動車両が備える２次コイルＬ２と整流器１０５との代わり又は第２実施形態のコイルＬと双方向充電器２０５を構成するスイッチ部２５０との代わりに、双方向の直流－直流変換が可能な双方向コンバータ回路が適用されても良い。双方向コンバータ回路は、ハイサイドとローサイドの２つのスイッチング素子を含むスイッチ部が２つと、１つのコイルとを有し、ハイサイドのスイッチング素子とローサイドのスイッチング素子の間を接続点として２つのスイッチ部がコイルを介して互いに接続されて構成されている。

【符号の説明】

【００６３】

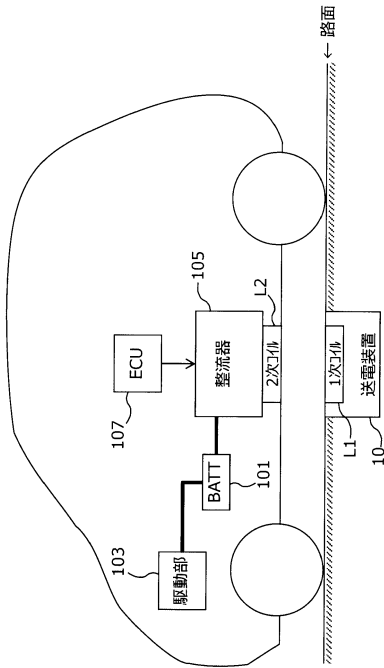
１０１，２０１ バッテリ
１０３，２０３ 駆動部
１０５ 整流器
１０７，２０７ ＥＣＵ
１０９ 循環路
２０５ 双方向充電器
２０９ インレット
２１１ デジタル通信部
１５０，２５０ スwitch部
Ｌ２ ２次コイル
Ｌ１ １次コイル
Ｌ コイル
１０ 送電装置
２０ 外部電源装置

10

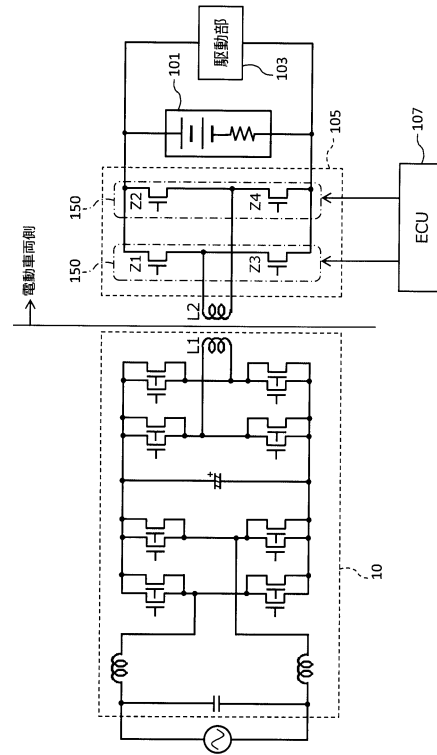
20

30

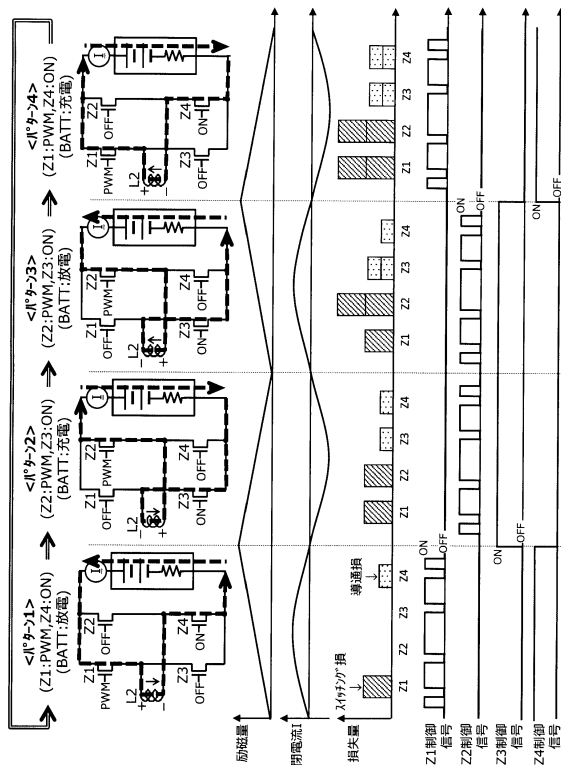
【図 1】



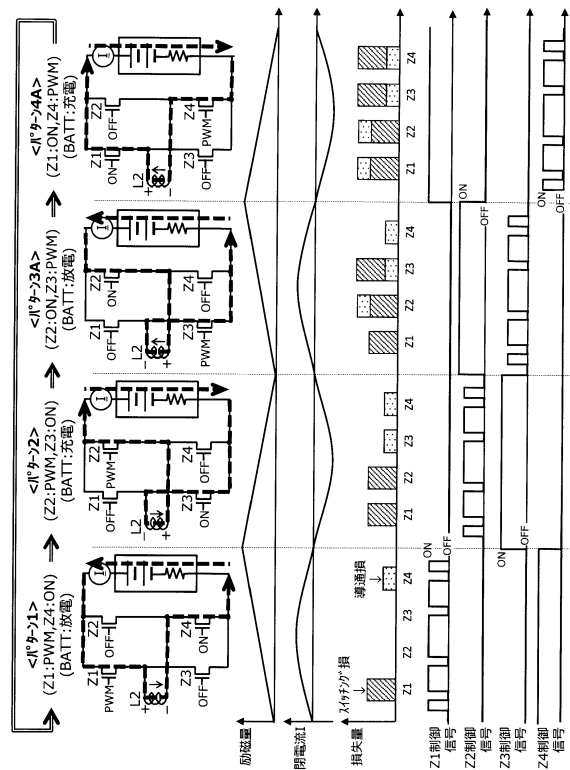
【図 2】



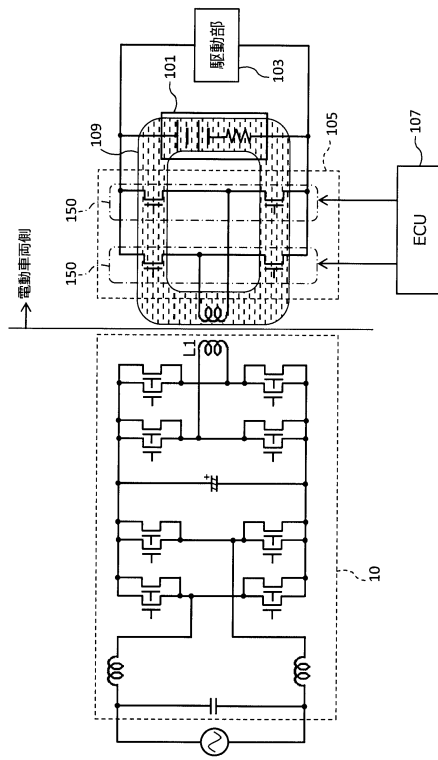
【図 3】



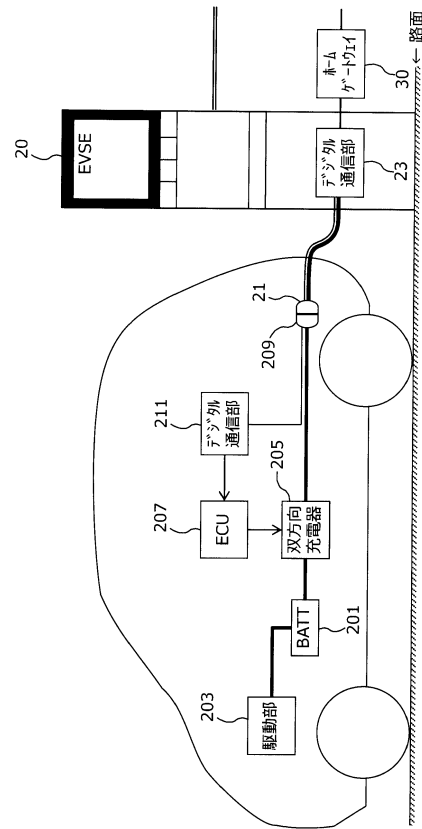
【図 4】



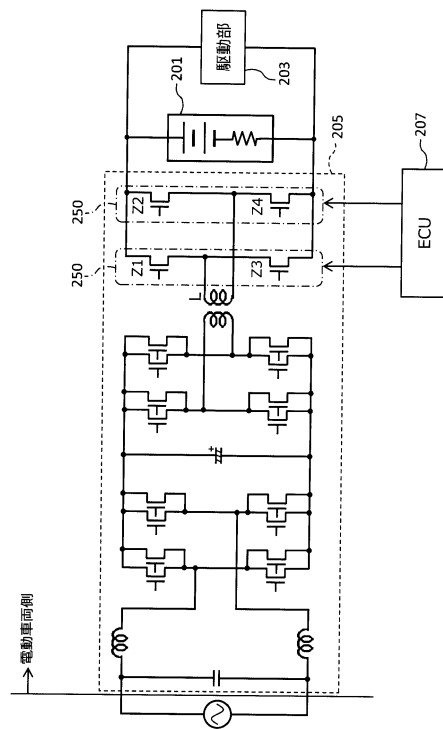
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 6 0 L	58/27	(2019.01)	H 0 2 M	7/12	6 0 1 A
H 0 1 M	10/44	(2006.01)	H 0 2 M	7/12	R
H 0 1 M	10/46	(2006.01)	B 6 0 L	53/12	
H 0 1 M	10/613	(2014.01)	B 6 0 L	58/27	
H 0 1 M	10/615	(2014.01)	H 0 1 M	10/44	P
H 0 1 M	10/625	(2014.01)	H 0 1 M	10/46	
H 0 1 M	10/633	(2014.01)	H 0 1 M	10/613	
H 0 1 M	10/637	(2014.01)	H 0 1 M	10/615	
			H 0 1 M	10/625	
			H 0 1 M	10/633	
			H 0 1 M	10/637	

(56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 1 4 6 5 8 9 (J P , A)
 特開平 1 0 - 2 9 5 0 8 2 (J P , A)
 特開 2 0 1 2 - 0 1 6 0 7 9 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 0 7 2 9 5 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2
 H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6
 H 0 2 J 5 0 / 0 0 - 5 0 / 9 0
 H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8
 H 0 1 M 1 0 / 6 0 - 1 0 / 6 6 7
 B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
 B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
 B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 5 8 / 4 0
 H 0 2 M 7 / 1 2