

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7057767号

(P7057767)

(45)発行日 令和4年4月20日(2022.4.20)

(24)登録日 令和4年4月12日(2022.4.12)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M 10/633 (2014.01)

H 0 1 M 10/633

H 0 2 M 3/00 (2006.01)

H 0 2 M 3/00

B Z H V

B 6 0 L 3/00 (2019.01)

B 6 0 L 3/00

J

B 6 0 L 58/25 (2019.01)

B 6 0 L 3/00

H

B 6 0 L 58/18 (2019.01)

B 6 0 L 58/25

請求項の数 7 (全30頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-127581(P2019-127581)

(22)出願日 令和1年7月9日(2019.7.9)

(65)公開番号 特開2021-12853(P2021-12853A)

(43)公開日 令和3年2月4日(2021.2.4)

審査請求日 令和3年6月23日(2021.6.23)

(73)特許権者 000004695

株式会社 S O K E N

愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2

0

(73)特許権者 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(74)代理人 100121821

弁理士 山田 強

(74)代理人 100139480

弁理士 日野 京子

(74)代理人 100125575

弁理士 松田 洋

(74)代理人 100175134

弁理士 北 裕介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電源システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

蓄電部(10)に接続される電力変換回路(50)を備える電源システムにおいて、  
前記電力変換回路を構成するスイッチ(Q1～Q8)をオンオフ制御することにより、前  
記蓄電部及び前記電力変換回路の間に電流を流す制御部(100)と、  
前記スイッチのオンオフ制御に伴って前記電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象  
要素に伝達する熱伝達部(45)と、を備え、  
前記制御部は、前記昇温対象要素の昇温要求がある場合、該昇温要求がない場合よりも前  
記電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、前記スイッチをオンオフ制御する昇  
温モード制御を実施し、  
前記電力変換回路は、  
第1端子(CH1, CL1)及び第2端子(CH2, CL2)と、  
前記第1端子と前記第2端子とを接続し、かつ、前記蓄電部に接続される電気経路(61  
, 62)と、  
互いに磁気結合される第1コイル(53a)及び第2コイル(53b)を有するトランス  
(53)と、  
前記第1コイルと前記第1端子とに接続され、前記スイッチとして第1変換スイッチ(Q  
1～Q4)を有する第1変換回路(51)と、  
前記第2コイルと前記第2端子とに接続され、前記スイッチとして第2変換スイッチ(Q  
5～Q8)を有する第2変換回路(52)と、を備え、

前記制御部は、前記昇温モード制御において、前記第 1 端子及び前記第 2 端子のうち、一方の端子に前記蓄電部からの電力が入力され、他方の端子から前記蓄電部へと電力を出力するように、前記第 1 変換スイッチ及び前記第 2 変換スイッチをオンオフ制御する電源システム。

【請求項 2】

前記トランスは、前記第 1 コイル及び前記第 2 コイルと磁気結合する第 3 コイル（53c）を有し、

前記電力変換回路は、

第 3 端子（CH3，CL3）と、

前記第 3 コイルと前記第 3 コイルとに接続され、前記スイッチとして第 3 変換スイッチ（Q9～Q12）を有する第 3 変換回路（54）と、を備える請求項 1 に記載の電源システム。

10

【請求項 3】

蓄電部（10，11）に接続される電力変換回路（50）を備える電源システムにおいて、前記電力変換回路を構成するスイッチ（Q1～Q8）をオンオフ制御することにより、前記蓄電部及び前記電力変換回路の間に電流を流す制御部（100）と、

前記スイッチのオンオフ制御に伴って前記電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象要素に伝達する熱伝達部（45）と、を備え、

前記制御部は、前記昇温対象要素の昇温要求がある場合、該昇温要求がない場合よりも前記電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、前記スイッチをオンオフ制御する昇温モード制御を実施し、

20

前記蓄電部は、第 1 蓄電部（10）及び第 2 蓄電部（11）を含み、

前記電力変換回路は、

前記第 1 蓄電部が接続される第 1 端子（CH1，CL1）と、

前記第 2 蓄電部が接続される第 2 端子（CH2，CL2）と、

互いに磁気結合される第 1 コイル（53a）及び第 2 コイル（53b）を有するトランス（53）と、

前記第 1 コイルと前記第 1 端子とに接続され、前記スイッチとして第 1 変換スイッチ（Q1～Q4）を有する第 1 変換回路（51）と、

前記第 2 コイルと前記第 2 端子とに接続され、前記スイッチとして第 2 変換スイッチ（Q5～Q8）を有する第 2 変換回路（52）と、を備え、

30

前記制御部は、前記昇温モード制御において、前記第 1 蓄電部の出力電力を、前記第 1 端子、前記第 1 変換回路、前記トランス、前記第 2 変換回路及び前記第 2 端子を介して前記第 2 蓄電部に供給する第 1 処理と、前記第 2 蓄電部の出力電力を、前記第 2 端子、前記第 2 変換回路、前記トランス、前記第 1 変換回路及び前記第 1 端子を介して前記第 1 蓄電部に供給する第 2 処理とを交互に実施するように、前記第 1 変換スイッチ及び前記第 2 変換スイッチをオンオフ制御する電源システム。

【請求項 4】

前記制御部は、前記第 1 処理において前記第 1 蓄電部から前記第 2 蓄電部へ供給される電力と、前記第 2 処理において前記第 2 蓄電部から前記第 1 蓄電部へ供給される電力とを異なる値に設定する請求項 3 に記載の電源システム。

40

【請求項 5】

蓄電部（10）に接続される電力変換回路（50）を備える電源システムにおいて、

前記電力変換回路を構成するスイッチ（Q1～Q16）をオンオフ制御することにより、

前記蓄電部及び前記電力変換回路の間に電流を流す制御部（100）と、

前記スイッチのオンオフ制御に伴って前記電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象要素に伝達する熱伝達部（45）と、を備え、

前記制御部は、前記昇温対象要素の昇温要求がある場合、該昇温要求がない場合よりも前記電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、前記スイッチをオンオフ制御する昇温モード制御を実施し、

50

前記電力変換回路は、

第1端子(CH1, CL1)、第2端子(CH2, CL2)、第3端子(CH3, CL3)及び第4端子(CH4, CL4)と、

前記第1端子と前記第2端子とを接続し、かつ、前記蓄電部に接続される第1電気経路(61, 62)と、

前記第3端子と前記第4端子とを接続する第2電気経路(63, 64)と、

互いに磁気結合される第1コイル(56a)及び第2コイル(56b)を有する第1トランス(56)と、

互いに磁気結合される第3コイル(57a)及び第4コイル(57b)を有する第2トランス(57)と、

前記第1コイルと前記第1端子とに接続され、前記スイッチとして第1変換スイッチ(Q1~Q4)を有する第1変換回路(51)と、

前記第3コイルと前記第2端子とに接続され、前記スイッチとして第2変換スイッチ(Q5~Q8)を有する第2変換回路(52)と、

前記第2コイルと前記第3端子とに接続され、前記スイッチとして第3変換スイッチ(Q9~Q12)を有する第3変換回路(54)と、

前記第4コイルと前記第4端子とに接続され、前記スイッチとして第4変換スイッチ(Q13~Q16)を有する第4変換回路(55)と、を備え、

前記制御部は、前記昇温モード制御において、前記蓄電部の出力電力が、前記第1端子、前記第1変換回路、前記第1トランス、前記第3変換回路、前記第3端子、前記第2電気経路、前記第4端子、前記第4変換回路、前記第2トランス、前記第2変換回路、前記第2端子及び前記第1電気経路を含む経路を循環するように、前記第1変換スイッチ、前記第2変換スイッチ、前記第3変換スイッチ及び前記第4変換スイッチをオンオフ制御する電源システム。

#### 【請求項6】

蓄電部(10)に接続される電力変換回路(50)を備える電源システムにおいて、

前記電力変換回路を構成するスイッチ(Q1~Q16)をオンオフ制御することにより、

前記蓄電部及び前記電力変換回路の間に電流を流す制御部(100)と、

前記スイッチのオンオフ制御に伴って前記電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象要素に伝達する熱伝達部(45)と、を備え、

前記制御部は、前記昇温対象要素の昇温要求がある場合、該昇温要求がない場合よりも前記電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、前記スイッチをオンオフ制御する昇温モード制御を実施し、

前記電力変換回路は、

第1端子(CH1, CL1)、第2端子(CH2, CL2)、第3端子(CH3, CL3)及び第4端子(CH4, CL4)と、

前記第1端子と前記第2端子とを接続し、かつ、前記蓄電部に接続される第1電気経路(61, 62)と、

前記第3端子と前記第4端子とを接続する第2電気経路(63, 64)と、

互いに磁気結合される第1コイル(58a)、第2コイル(58b)、第3コイル(58c)及び第4コイル(58d)を有するトランス(58)と、

前記第1コイルと前記第1端子とに接続され、前記スイッチとして第1変換スイッチ(Q1~Q4)を有する第1変換回路(51)と、

前記第4コイルと前記第2端子とに接続され、前記スイッチとして第2変換スイッチ(Q5~Q8)を有する第2変換回路(52)と、

前記第2コイルと前記第3端子とに接続され、前記スイッチとして第3変換スイッチ(Q9~Q12)を有する第3変換回路(54)と、

前記第3コイルと前記第4端子とに接続され、前記スイッチとして第4変換スイッチ(Q13~Q16)を有する第4変換回路(55)と、を備え、

前記制御部は、前記昇温モード制御において、前記蓄電部の出力電力が、前記第1端子、

10

20

30

40

50

前記第 1 変換回路、前記第 1 コイル、前記第 2 コイル、前記第 3 変換回路、前記第 3 端子、前記第 2 電気経路、前記第 4 端子、前記第 4 変換回路、前記第 3 コイル、前記第 4 コイル、前記第 2 変換回路、前記第 2 端子及び前記第 1 電気経路を含む経路を循環するように、前記第 1 変換スイッチ、前記第 2 変換スイッチ、前記第 3 変換スイッチ及び前記第 4 変換スイッチをオンオフ制御する電源システム。

【請求項 7】

蓄電部（10）に接続される電力変換回路（20）を備える電源システムにおいて、  
前記電力変換回路を構成するスイッチ（QA1～QA4）をオンオフ制御することにより、  
前記蓄電部及び前記電力変換回路の間に電流を流す制御部（100）と、  
前記スイッチのオンオフ制御に伴って前記電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象要素に伝達する熱伝達部（45）と、を備え、  
前記制御部は、前記昇温対象要素の昇温要求がある場合、該昇温要求がない場合よりも前記電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、前記スイッチをオンオフ制御する昇温モード制御を実施し、  
前記電力変換回路は、

前記蓄電部の正極端子が接続される第 1 端子（C1）と、

前記蓄電部の正極端子が接続される第 2 端子（C2）と、

前記第 1 端子に第 1 端が接続された第 1 リアクトル（21）と、

前記第 2 端子に第 1 端が接続された第 2 リアクトル（22）と、

前記スイッチとしての第 1 上アームスイッチ（QA1）及び第 1 下アームスイッチ（QA2）の直列接続体を有し、前記第 1 上アームスイッチと前記第 1 下アームスイッチとの接続点に前記第 1 リアクトルの第 2 端が接続された第 1 ブリッジ回路（23）と、

前記スイッチとしての第 2 上アームスイッチ（QA3）及び第 2 下アームスイッチ（QA4）の直列接続体を有し、前記第 2 上アームスイッチと前記第 2 下アームスイッチとの接続点に前記第 2 リアクトルの第 2 端が接続された第 2 ブリッジ回路（24）と、を備え、

前記制御部は、前記昇温モード制御において、前記蓄電部の出力電力が、前記第 1 端子、前記第 1 リアクトル、前記第 1 上アームスイッチ、前記第 2 上アームスイッチ、前記第 2 リアクトル及び前記第 2 端子を含む経路を循環するように、前記第 1 上アームスイッチ、前記第 1 下アームスイッチ、前記第 2 上アームスイッチ及び前記第 2 下アームスイッチをオンオフ制御する電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電池等の蓄電部に接続される電力変換回路を備える電源システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 に見られるように、電気自動車に搭載され、電気自動車の走行動力源となるモータに電氣的に接続された蓄電池を備える電源システムが知られている。このシステムでは、蓄電池付近に冷却水が流れる構成とされ、その冷却水が電熱ヒータにより加熱されるようになっている。電源システムは、電熱ヒータの出力を蓄電池の温度に応じて制御することにより、冷却水を昇温し、蓄電池の温度を所定温度範囲内に収めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第 3 4 5 1 1 4 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

蓄電池を昇温させるために電熱ヒータが備えられると、電源システムが大型化する懸念がある。このため、蓄電池を昇温させる電源システムの体格を小型化することについては、

未だ改善の余地がある。なお、電源システムとしては、昇温対象要素として蓄電池を備えるものに限らない。

【 0 0 0 5 】

本発明は、小型化を図ることができる電源システムを提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明は、蓄電部に接続される電力変換回路を備える電源システムにおいて、前記電力変換回路を構成するスイッチをオンオフ制御することにより、前記蓄電部及び前記電力変換回路の間に電流を流す制御部と、

前記スイッチのオンオフ制御に伴って前記電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象要素に伝達する熱伝達部と、を備え、

前記制御部は、前記昇温対象要素の昇温要求がある場合、該昇温要求がない場合よりも前記電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、前記スイッチをオンオフ制御する昇温モード制御を実施する。

【 0 0 0 7 】

本発明では、蓄電部に接続される電力変換回路を用いて昇温対象要素を昇温させる。そのために、本発明は、電力変換回路を構成するスイッチをオンオフ制御することにより、蓄電部及び電力変換回路の間に電流を流す制御部と、スイッチのオンオフ制御に伴って電力変換回路で発生した熱を吸収して昇温対象要素に伝達する熱伝達部とを備えている。

【 0 0 0 8 】

ここで、制御部は、昇温対象要素の昇温要求がある場合、昇温要求がない場合よりも電力変換回路で発生する熱量を増大させるように、スイッチをオンオフ制御する。このため、電力変換回路で発生する熱を用いて昇温対象要素を昇温させることができる。

【 0 0 0 9 】

以上説明した本発明によれば、昇温対象要素を昇温させるための発熱装置を不要にできたり、発熱装置が設けられる場合であっても、その装置を小型化できたりすることができる。このため、本発明によれば、電源システムの小型化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】第 1 実施形態に係る車載電源システムの全体構成図。

【図 2】制御部の処理を示す機能ブロック図。

【図 3】各スイッチの駆動状態等の推移を示すタイムチャート。

【図 4】第 1 期間における電流流通経路を示す図。

【図 5】第 2 期間における電流流通経路を示す図。

【図 6】第 3 期間における電流流通経路を示す図。

【図 7】第 4 期間における電流流通経路を示す図。

【図 8】昇温モード制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 9】第 2 実施形態に係る電源システムの構成図。

【図 10】昇温モード制御が実施される場合における各スイッチの駆動状態等の推移を示すタイムチャート。

【図 11】昇温モード制御が実施されない場合における各スイッチの駆動状態等の推移を示すタイムチャート。

【図 12】第 3 実施形態に係る電源システムの構成図。

【図 13】制御部の処理を示す機能ブロック図。

【図 14】各スイッチの駆動状態等の推移を示すタイムチャート。

【図 15】第 4 実施形態に係る電源システムの構成図。

【図 16】制御部の処理を示す機能ブロック図。

【図 17】各スイッチの駆動状態等の推移を示すタイムチャート。

【図 18】第 5 実施形態に係る電源システムの構成図。

【図 19】各スイッチの駆動状態等の推移を示すタイムチャート。

【図 2 0】第 6 実施形態に係る電源システムの構成図。

【図 2 1】昇温モード制御の処理手順を示すフローチャート。

【図 2 2】第 7 実施形態に係る電源システムの構成図。

【図 2 3】第 8 実施形態に係る昇温モード制御の処理手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

< 第 1 実施形態 >

以下、本発明に係る電源システムを具体化した第 1 実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態の電源システムは、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）や電気自動車（EV）等の電動化車両に搭載されている。

10

【0012】

図 1 に示すように、車両に搭載される電源システムは、蓄電池 10（蓄電部に相当）、DCDCコンバータ 20、インバータ 30 及び車両の走行動力源となる回転電機 40 を備えている。蓄電池 10 は、充放電可能な 2 次電池であり、例えば、リチウムイオン蓄電池又はニッケル水素蓄電池である。

【0013】

蓄電池 10 には、DCDCコンバータ 20 が接続されている。DCDCコンバータ 20 には、インバータ 30 を介して回転電機 40 の電機子巻線が電氣的に接続されている。DCDCコンバータ 20 は、蓄電池 10 から入力される直流電圧を昇圧してインバータ 30 に出力する昇圧機能、及びインバータ 30 から入力された直流電圧を降圧して蓄電池 10 に出力する降圧機能を有している。

20

【0014】

インバータ 30 は、DCDCコンバータ 20 から出力された直流電力を交流電力に変換して回転電機 40 の電機子巻線に供給する力行動作を実施する。これにより、回転電機 40 のロータが回転駆動され、車両の駆動輪 41 を回転させる。一方、インバータ 30 は、回転電機 40 で発電された交流電力を直流電力に変換して DCDCコンバータ 20 に供給する回生動作を実施する。

【0015】

電源システムは、電力変換回路 50 を備えている。電力変換回路 50 は、第 1 フルブリッジ回路 51（第 1 変換回路に相当）及び第 2 フルブリッジ回路 52（第 2 変換回路に相当）を備えている。

30

【0016】

第 1 フルブリッジ回路 51 は、第 1 ～ 第 4 スイッチ Q1 ～ Q4（第 1 変換スイッチに相当）を備えている。本実施形態において、第 1 ～ 第 4 スイッチ Q1 ～ Q4 は、Nチャネル MOSFET である。第 1 スイッチ Q1 及び第 3 スイッチ Q3 のドレインには、電力変換回路 50 の第 1 高電位側端子 CH1 が接続されている。第 1 スイッチ Q1 のソースには、第 2 スイッチ Q2 のドレインが接続され、第 3 スイッチ Q3 のソースには、第 4 スイッチ Q4 のドレインが接続されている。第 2 スイッチ Q2 及び第 4 スイッチ Q4 のソースには、電力変換回路 50 の第 1 低電位側端子 CL1 が接続されている。第 1 フルブリッジ回路 51 は、直流電力及び交流電力のうち、一方を入力とし、他方を出力とする回路である。なお、本実施形態において、第 1 高電位側端子 CH1 及び第 1 低電位側端子 CL1 が第 1 端子に相当する。

40

【0017】

第 2 フルブリッジ回路 52 は、第 5 ～ 第 8 スイッチ Q5 ～ Q8（第 2 変換スイッチに相当）を備えている。本実施形態において、第 5 ～ 第 8 スイッチ Q5 ～ Q8 は、Nチャネル MOSFET である。第 5 スイッチ Q5 及び第 7 スイッチ Q7 のドレインには、電力変換回路 50 の第 2 高電位側端子 CH2 が接続されている。第 5 スイッチ Q5 のソースには、第 6 スイッチ Q6 のドレインが接続され、第 7 スイッチ Q7 のソースには、第 8 スイッチ Q8 のドレインが接続されている。第 6 スイッチ Q6 及び第 8 スイッチ Q8 のソースには、電力変換回路 50 の第 2 低電位側端子 CL2 が接続されている。なお、本実施形態におい

50

て、第 2 高電位側端子 C H 2 及び第 2 低電位側端子 C L 2 が第 2 端子に相当する。

【 0 0 1 8 】

電力変換回路 5 0 は、第 1 コイル 5 3 a 及び第 2 コイル 5 3 b を有するトランス 5 3 を備えている。第 1 コイル 5 3 a の第 1 端には、第 1 スイッチ Q 1 のソース及び第 2 スイッチ Q 2 のドレインが接続され、第 1 コイル 5 3 a の第 2 端には、第 3 スイッチ Q 3 のソース及び第 4 スイッチ Q 4 のドレインが接続されている。第 2 コイル 5 3 b の第 1 端には、第 5 スイッチ Q 5 のソース及び第 6 スイッチ Q 6 のドレインが接続され、第 2 コイル 5 3 b の第 2 端には、第 7 スイッチ Q 7 のソース及び第 8 スイッチ Q 8 のドレインが接続されている。

【 0 0 1 9 】

第 1 コイル 5 3 a と第 2 コイル 5 3 b とは、互いに磁気結合する。第 1 コイル 5 3 a の第 2 端に対する第 1 端の電位が高くなる場合、第 2 コイル 5 3 b には、その第 2 端よりも第 1 端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。一方、第 1 コイル 5 3 a の第 1 端に対する第 2 端の電位が高くなる場合、第 2 コイル 5 3 b には、その第 1 端よりも第 2 端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。

【 0 0 2 0 】

電力変換回路 5 0 は、高電位側電気経路 6 1 と低電位側電気経路 6 2 とを備えている。高電位側電気経路 6 1 は、第 1 高電位側端子 C H 1 と第 2 高電位側端子 C H 2 とを接続し、低電位側電気経路 6 2 は、第 1 低電位側端子 C L 1 と第 2 低電位側端子 C L 2 とを接続している。高電位側電気経路 6 1 には、蓄電池 1 0 の正極端子が接続され、低電位側電気経路 6 2 には、蓄電池 1 0 の負極端子が接続されている。

【 0 0 2 1 】

電源システムは、熱伝達部 4 5 を備えている。本実施形態において、熱伝達部 4 5 は、第 1 ~ 第 8 スイッチ Q 1 ~ Q 8 、トランス 5 3 及び蓄電池 1 0 を熱交換対象要素とし、熱交換対象要素で発生する熱を吸収可能に構成されている。熱伝達部 4 5 は、吸収した熱を昇温対象要素に伝達し、昇温対象要素を昇温させる。昇温対象要素は、例えば、回転電機 4 0 及び蓄電池 1 0 のうち少なくとも 1 つである。

【 0 0 2 2 】

熱伝達部 4 5 としては、例えば、熱交換対象要素と昇温対象要素との間で冷却水が循環する循環経路を備え、この冷却水を介して昇温対象要素を昇温させるものであってもよい。なお、熱伝達部 4 5 としては、これ以外にも例えば、冷却流体として気体（空気）が用いられるものであってもよい。また、熱伝達部 4 5 としては、例えば、冷却流体を用いず、熱交換対象要素及び昇温対象要素に当接するヒートシンク等の構成部材であってもよい。

【 0 0 2 3 】

電源システムは、電圧センサ 7 0 、電流センサ 8 0 及び温度センサ 9 0 を備えている。電圧センサ 7 0 は、蓄電池 1 0 の端子間電圧を検出し、電流センサ 8 0 は、高電位側電気経路 6 1 に流れる電流を検出する。温度センサ 9 0 は、昇温対象要素の温度を検出する。電圧センサ 7 0 、電流センサ 8 0 及び温度センサ 9 0 の検出値は、電源システムが備える制御部 1 0 0 に入力される。

【 0 0 2 4 】

制御部 1 0 0 は、D C D C コンバータ 2 0 、インバータ 3 0 及び電力変換回路 5 0 の各スイッチ Q 1 ~ Q 8 を制御する。

【 0 0 2 5 】

続いて、図 2 を用いて、制御部 1 0 0 が実施する昇温モード制御について説明する。

【 0 0 2 6 】

制御部 1 0 0 は、指令電流設定部 1 1 0 を備えている。指令電流設定部 1 1 0 は、指令電力制限部 1 1 1 、電流算出部 1 1 2 及び最小値選択部 1 1 3 を備えている。指令電力制限部 1 1 1 は、温度センサ 9 0 の検出温度  $T_r$  に基づいて、入力された指令電力  $P_{2*}$  を上限制限値  $P_{lim}$  で制限する。本実施形態では、指令電力  $P_{2*}$  が正の場合、蓄電池 1 0 の出力電力が、第 1 フルブリッジ回路 5 1 、トランス 5 3 、第 2 フルブリッジ回路 5 2 及

10

20

30

40

50

び各電気経路 6 1 , 6 2 を介して蓄電池 1 0 に再度戻るような制御が実施される。一方、指令電力  $P 2 *$  が負の場合、蓄電池 1 0 の出力電力が、各電気経路 6 1 , 6 2 、第 2 フルブリッジ回路 5 2 、トランス 5 3 及び第 1 フルブリッジ回路 5 1 を介して蓄電池 1 0 に再度戻るような制御が実施される。

#### 【 0 0 2 7 】

指令電力制限部 1 1 1 は、入力された指令電力  $P 2 *$  が上制限値  $P l i m$  を超える場合、指令電力  $P 2 *$  として上制限値  $P l i m$  と同じ値を出力する。一方、指令電力制限部 1 1 1 は、入力された指令電力  $P 2 *$  が上制限値  $P l i m$  以下の場合、入力された指令電力  $P 2 *$  をそのまま出力する。

#### 【 0 0 2 8 】

指令電力制限部 1 1 1 は、検出温度  $T r$  が低いほど、上制限値  $P l i m$  を大きく設定する。つまり、検出温度  $T r$  が低いと電源システム周囲の環境温度が低いため、熱交換対象要素の冷却能力が十分であると考えられる。この場合、指令電力  $P 2 *$  を大きくしたとしても、電力変換回路 5 0 等の温度が過度に上昇しないと考えられる。

#### 【 0 0 2 9 】

電流算出部 1 1 2 は、指令電力制限部 1 1 1 から出力された指令電力  $P 2 *$  を、電圧センサ 7 0 の検出電圧である電源電圧  $V 1 r$  で除算することにより、第 2 高電位側端子  $C H 2$  に流す指令電流  $I 2 f$  を算出する。指令電流  $I 2 f$  は、その符号が正の場合、高電位側電気経路 6 1 から第 2 高電位側端子  $C H 2$  に向かう方向に電流が流れることを示し、負の場合、第 2 高電位側端子  $C H 2$  から高電位側電気経路 6 1 に向かう方向に電流が流れることを示す。

#### 【 0 0 3 0 】

最小値選択部 1 1 3 は、電流算出部 1 1 2 により算出された指令電流  $I 2 f$  と、電流制限値  $I 2 l i m$  とのうち小さい方を最終的な指令電流  $I r e f 2$  として選択する。電流制限値  $I 2 l i m$  は、電源システムを過電流から保護するために設定されている。

#### 【 0 0 3 1 】

最小値選択部 1 1 3 から出力された指令電流  $I r e f 2$  は、リミッタ 1 1 4 により上限値又は下限値が制限される。

#### 【 0 0 3 2 】

制御部 1 0 0 は、電流制御器 1 2 0 を備えている。電流制御器 1 2 0 は、電流偏差算出部 1 2 1、フィードバック制御部 1 2 2 及びリミッタ 1 2 3 を備えている。電流偏差算出部 1 2 1 は、リミッタ 1 1 4 から出力された指令電流  $I r e f 2$  から、電流センサ 8 0 の検出電流  $I 2 r$  を減算することにより、電流偏差  $I 2$  を算出する。

#### 【 0 0 3 3 】

フィードバック制御部 1 2 2 は、算出された電流偏差  $I 2$  を 0 にフィードバック制御するための操作量として、指令位相  $\theta$  を算出する。本実施形態では、このフィードバック制御として、比例積分制御が用いられている。指令位相  $\theta$  については、後述する。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、フィードバック制御部 1 2 2 で用いられるフィードバック制御は、比例積分制御に限らず、例えば、比例積分微分制御であってもよい。

#### 【 0 0 3 5 】

フィードバック制御部 1 2 2 により算出された指令位相  $\theta$  は、リミッタ 1 2 3 により上限値又は下限値が制限され、PWM 生成部 1 3 0 に入力される。

#### 【 0 0 3 6 】

PWM 生成部 1 3 0 は、指令位相  $\theta$  に基づいて、各スイッチ  $Q 1 \sim Q 8$  の駆動信号を生成して各スイッチ  $Q 1 \sim Q 8$  のゲートに対して出力する。以下、図 3 を用いて、各スイッチ  $Q 1 \sim Q 8$  の駆動状態について説明する。図 3 ( a ) は、第 1 ~ 第 4 スwitch  $Q 1 \sim Q 4$  の駆動状態の推移を示し、図 3 ( b ) は、第 5 ~ 第 8 スwitch  $Q 5 \sim Q 8$  の駆動状態の推移を示す。

#### 【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50



第 1 スイッチ Q 1 と第 4 スイッチ Q 4 とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。また、第 2 スイッチ Q 2 と第 3 スイッチ Q 3 とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。第 1 , 第 4 スイッチ Q 1 , Q 4 の組と、第 2 , 第 3 スイッチ Q 2 , Q 3 の組とは、交互にオンされる。

#### 【 0 0 3 8 】

第 5 スイッチ Q 5 と第 8 スイッチ Q 8 とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。また、第 6 スイッチ Q 6 と第 7 スイッチ Q 7 とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。第 5 , 第 8 スイッチ Q 5 , Q 8 の組と、第 6 , 第 7 スイッチ Q 6 , Q 7 の組とは、交互にオンされる。

10

#### 【 0 0 3 9 】

各スイッチ Q 1 ~ Q 8 の 1 スイッチング周期  $T_{sw}$  は、互いに同じである。第 1 , 第 4 スイッチ Q 1 , Q 4 のオンへの切り替えタイミングと、第 6 , 第 7 スイッチ Q 6 , Q 7 のオンへの切り替えタイミングとの位相差が指令位相 とされる。本実施形態において、指令位相 は、第 1 , 第 4 スイッチ Q 1 , Q 4 のオンへの切り替えタイミングに対して、第 6 , 第 7 スイッチ Q 6 , Q 7 のオンへの切り替えタイミングが遅れる場合に負となり、早まる場合に正となる。

#### 【 0 0 4 0 】

ちなみに、図 3 では、1 スイッチング周期  $T_{sw}$  を  $360^\circ$  とする場合、各スイッチ Q 1 ~ Q 8 のオン期間が  $180^\circ$  とされていたがこれに限らず、オン期間が、 $0^\circ$  よりも大きくてかつ  $180^\circ$  よりも小さくされていてもよい。

20

#### 【 0 0 4 1 】

本実施形態では、1 スイッチング周期  $T_{sw}$  において、第 1 ~ 第 4 期間  $T_1 \sim T_4$  が出現する。第 1 期間  $T_1$  は、第 2 , 第 3 , 第 6 , 第 7 スイッチ Q 2 , Q 3 , Q 6 , Q 7 がオンされて、かつ、第 1 , 第 4 , 第 5 , 第 8 スイッチ Q 1 , Q 4 , Q 5 , Q 8 がオフされる期間である。第 2 期間  $T_2$  は、第 1 , 第 4 , 第 6 , 第 7 スイッチ Q 1 , Q 4 , Q 6 , Q 7 がオンされて、かつ、第 2 , 第 3 , 第 5 , 第 8 スイッチ Q 2 , Q 3 , Q 5 , Q 8 がオフされる期間である。

#### 【 0 0 4 2 】

第 3 期間  $T_3$  は、第 1 , 第 4 , 第 5 , 第 8 スイッチ Q 1 , Q 4 , Q 5 , Q 8 がオンされて、かつ、第 2 , 第 3 , 第 6 , 第 7 スイッチ Q 2 , Q 3 , Q 6 , Q 7 がオフされる期間である。第 4 期間  $T_4$  は、第 2 , 第 3 , 第 5 , 第 8 スイッチ Q 2 , Q 3 , Q 5 , Q 8 がオンされて、かつ、第 1 , 第 4 , 第 6 , 第 7 スイッチ Q 1 , Q 4 , Q 6 , Q 7 がオフされる期間である。

30

#### 【 0 0 4 3 】

以下、図 3 ~ 図 7 を用いつつ、各期間  $T_1 \sim T_4$  について説明する。ここで、図 3 ( c ) は、第 1 電流  $I_1$ 、第 2 電流  $I_2$ 、及び蓄電池 10 に流れる電流である電池電流  $I_{bat}$  の推移を示す。第 1 電流  $I_1$  は、第 1 高電位側端子 CH1 に流れる電流であり、第 2 電流  $I_2$  は、第 2 高電位側端子 CH2 に流れる電流である。第 1 電流  $I_1$  は、高電位側電気経路 61 から第 1 高電位側端子 CH1 に向かう方向に流れる場合を正とし、第 2 電流  $I_2$  は、高電位側電気経路 61 から第 2 高電位側端子 CH2 に向かう方向に流れる場合を正とする。電池電流  $I_{bat}$  は、蓄電池 10 の負極端子から正極端子に向かう方向に流れる場合を正とする。なお、図 3 ( c ) には、第 1 電流  $I_1$  の時間平均値  $I_{1ave}$  と、第 2 電流  $I_2$  の時間平均値  $I_{2ave}$  とを破線にて示す。

40

#### 【 0 0 4 4 】

図 3 ( d ) は、第 1 電力  $P_1$ 、第 2 電力  $P_2$  及び電池電力  $P_{bat}$  の推移を示す。第 1 電力  $P_1$  は、蓄電池 10 から第 1 フルブリッジ回路 51 へと供給される電力の時間平均値であり、第 2 電力  $P_2$  は、第 2 フルブリッジ回路 52 から各電気経路 61 , 62 を介して蓄電池 10 に供給される電力の時間平均値である。電池電力  $P_{bat}$  は、第 1 電力  $P_1$

50

及び第 2 電力  $P_2$  の合計値である。

【 0 0 4 5 】

まず、図 4 を用いて、第 1 期間  $T_1$  について説明する。

【 0 0 4 6 】

第 1 期間  $T_1$  においては、蓄電池 10、第 1 高電位側端子  $CH_1$ 、第 3 スイッチ  $Q_3$ 、第 1 コイル 53a、第 2 スイッチ  $Q_2$  及び第 1 低電位側端子  $CL_1$  を含む閉回路が形成される。これにより、第 1 電流  $I_1$  は正の一定値となる。

【 0 0 4 7 】

一方、第 1 期間  $T_1$  においては、第 2 コイル 53b、第 7 スイッチ  $Q_7$ 、第 2 高電位側端子  $CH_2$ 、高電位側電気経路 61、蓄電池 10、低電位側電気経路 62、第 2 低電位側端子  $CL_2$  及び第 6 スイッチ  $Q_6$  を含む閉回路が形成される。これにより、第 2 電流  $I_2$  は、負となり、その絶対値が第 1 電流  $I_1$  の絶対値と同じになる。このため、電池電流  $I_{bat}$  は 0 となる。

【 0 0 4 8 】

続いて、図 5 を用いて、第 2 期間  $T_2$  について説明する。なお、図 5 は、第 2 期間  $T_2$  の後半における電流流通経路を示す。

【 0 0 4 9 】

第 1、第 4 スイッチ  $Q_1$ 、 $Q_4$  がオンに切り替えられ、第 2、第 3 スイッチ  $Q_2$ 、 $Q_3$  がオフに切り替えられると、トランス 53 の漏れインダクタンスにより、第 1 期間  $T_1$  で第 1 コイル 53a に流れていた電流流通方向と同じ方向に第 1 コイル 53a に電流が流れようとする。この電流は、第 1 スイッチ  $Q_1$  のボディダイオードを通過して第 1 高電位側端子  $CH_1$  へと流れるため、第 1 電流  $I_1$  が負の値となる。その後、第 1 電流  $I_1$  は漸増して正の値となる。この場合、図 5 に示すように、蓄電池 10、第 1 高電位側端子  $CH_1$ 、第 1 スイッチ  $Q_1$ 、第 1 コイル 53a、第 4 スイッチ  $Q_4$  及び第 1 低電位側端子  $CL_1$  を含む閉回路に電流が流れる。

【 0 0 5 0 】

一方、第 2 コイル 53b、第 6 スイッチ  $Q_6$ 、第 2 低電位側端子  $CL_2$ 、低電位側電気経路 62、蓄電池 10、高電位側電気経路 61、第 2 高電位側端子  $CH_2$  及び第 7 スイッチ  $Q_7$  を含む閉回路が形成される。第 2 期間  $T_2$  において、第 2 電流  $I_2$  は、第 1 電流  $I_1$  と同じ値となる。その結果、第 2 期間  $T_2$  において、電池電流  $I_{bat}$  は、負の値から漸増し、その後、正の値となる。

【 0 0 5 1 】

続いて、図 6 を用いて、第 3 期間  $T_3$  について説明する。

【 0 0 5 2 】

第 5、第 8 スイッチ  $Q_5$ 、 $Q_8$  がオンに切り替えられ、第 6、第 7 スイッチ  $Q_6$ 、 $Q_7$  がオフに切り替えられると、第 1 電流  $I_1$  は正の一定値となる。

【 0 0 5 3 】

一方、第 2 コイル 53b、第 5 スイッチ  $Q_5$ 、第 2 高電位側端子  $CH_2$ 、高電位側電気経路 61、蓄電池 10、低電位側電気経路 62、第 2 低電位側端子  $CL_2$  及び第 8 スイッチ  $Q_8$  を含む閉回路が形成される。これにより、第 2 電流  $I_2$  は、負となり、その絶対値が第 1 電流  $I_1$  の絶対値と同じになる。このため、電池電流  $I_{bat}$  は 0 となる。

【 0 0 5 4 】

続いて、図 7 を用いて、第 4 期間  $T_4$  について説明する。なお、図 7 は、第 4 期間  $T_4$  の後半における電流流通経路を示す。

【 0 0 5 5 】

第 2、第 3 スイッチ  $Q_2$ 、 $Q_3$  がオンに切り替えられ、第 1、第 4 スイッチ  $Q_1$ 、 $Q_4$  がオフに切り替えられると、蓄電池 10、第 1 高電位側端子  $CH_1$ 、第 3 スイッチ  $Q_3$ 、第 1 コイル 53a、第 2 スイッチ  $Q_2$  及び第 1 低電位側端子  $CL_1$  を含む閉回路に電流が流れる。第 4 期間  $T_4$  における第 1 電流  $I_1$ 、第 2 電流  $I_2$  及び電池電流  $I_{bat}$  の推移は、第 2 期間  $T_2$  における推移と同様である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 6 】

図 3 ( d ) に示すように、電池電力  $P_{batt}$  が正の値となっている。これは、第 1 ~ 第 4 期間  $T_1 \sim T_4$  において、電力変換回路 5 0 及び蓄電池 1 0 等において電力損失が発生していることを示す。この電力損失は、主に、蓄電池 1 0、各スイッチ  $Q_1 \sim Q_8$  及びトランス 5 3 で発生する。発生した熱は、熱伝達部 4 5 に吸収され、昇温対象要素の昇温に用いられる。

## 【 0 0 5 7 】

図 8 に、制御部 1 0 0 により実行される処理の手順を示す。この処理は、例えば所定の制御周期で繰り返し実行される。

## 【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 では、昇温要求があるか否かを判定する。具体的には、例えば、環境温度が所定温度以下であると判定した場合、昇温要求があると判定すればよい。環境温度は、例えば、温度センサ 9 0 の検出温度  $T_r$ 、熱伝達部 4 5 の温度又は電源システムの周囲温度等、昇温モード制御を実施すべき状況であるか否かを判定できる温度である。

## 【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 0 で否定判定した場合には、ステップ S 1 1 に進み、通常モード制御を実施する。この場合、ステップ S 1 2 において、指令電力  $P_2^*$  を 0 に設定する。このため、第 2 フルブリッジ回路 5 2 の各スイッチ  $Q_5 \sim Q_8$  の駆動は停止される。

## 【 0 0 6 0 】

一方、ステップ S 1 0 で肯定判定した場合には、ステップ S 1 3 に進み、昇温モード制御を実施する。この場合、ステップ S 1 4 において、指令電力  $P_2^*$  を 0 よりも小さい値に設定する。これにより、通常モード制御が実施される場合よりも、電力変換回路 5 0 等で発生する熱量が増加する。

## 【 0 0 6 1 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

## 【 0 0 6 2 】

制御部 1 0 0 は、昇温対象要素の昇温要求がある場合、昇温モード制御を実施する。この場合、昇温要求がない場合よりも、電力変換回路 5 0 等で発生する熱量が増大する。このため、電力変換回路 5 0 等で発生する熱を用いて昇温対象要素を昇温させることができる。したがって、本実施形態によれば、昇温対象要素を昇温させるための発熱装置を新たに電源システムに備える必要がない。これにより、電源システムの小型化を図ることができる。

## 【 0 0 6 3 】

走行動力源となる回転電機 4 0 に接続されるインバータ 3 0 以外の電力変換回路 5 0 を用いて昇温モード制御を実施する。このため、昇温モード制御が実施されることにより、停車時に回転電機 4 0 にトルクが発生して車両が動いてしまったり、車両走行時にトルクが変動してしまったりする事態の発生を防止できる。

## 【 0 0 6 4 】

## &lt; 第 1 実施形態の変形例 &gt;

・昇温モード制御が実施される場合において、一定周期毎に、指令電力  $P_2^*$  の符号を切り替えてもよい。

## 【 0 0 6 5 】

・昇温モード制御において、蓄電池 1 0 から第 1 フルブリッジ回路 5 1 に向かう方向ではなく、蓄電池 1 0 から各電気経路 6 1 , 6 2 を介して第 2 フルブリッジ回路 5 2 へと向かう方向に電力が循環するようにしてもよい。これは、指令電力  $P_2^*$  を正の値に設定することにより実現できる。

## 【 0 0 6 6 】

## &lt; 第 2 実施形態 &gt;

以下、第 2 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 9 に示すように、電力変換回路 5 0 は、第 3 フルブリッジ回路 5

10

20

30

40

50

4（第3変換回路に相当）を備えている。なお、図9において、先の図1に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。また、図9では、DCDCコンバータ20等の図示を省略している。

【0067】

第3フルブリッジ回路54は、第9～第12スイッチQ9～Q12（第3変換スイッチに相当）を備えている。本実施形態において、第9～第12スイッチQ9～Q12は、NチャネルMOSFETである。第9スイッチQ9及び第11スイッチQ11のドレインには、電力変換回路50の第3高電位側端子CH3が接続されている。第9スイッチQ9のソースには、第10スイッチQ10のドレインが接続され、第11スイッチQ11のソースには、第12スイッチQ12のドレインが接続されている。第10スイッチQ10及び第12スイッチQ12のソースには、電力変換回路50の第3低電位側端子CL3が接続されている。なお、本実施形態において、第3高電位側端子CH3及び第3低電位側端子CL3が第3端子に相当する。

10

【0068】

トランス53は、第3コイル53cを備えている。第3コイル53cの第1端には、第9スイッチQ9のソース及び第10スイッチQ10のドレインが接続され、第3コイル53cの第2端には、第11スイッチQ11のソース及び第12スイッチQ12のドレインが接続されている。

第1コイル53a、第2コイル53b及び第3コイル53cは、互いに磁気結合する。第1コイル53aの第2端に対する第1端の電位が高くなる場合、第3コイル53cには、その第2端よりも第1端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。一方、第1コイル53aの第1端に対する第2端の電位が高くなる場合、第3コイル53cには、その第1端よりも第2端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。

20

【0069】

熱伝達部45は、さらに、第9～第12スイッチQ9～Q12を熱交換対象要素とする。

【0070】

電源システムは、コンデンサ46及びコンバータ47を備えている。コンデンサ46は、第3高電位側端子CH3と第3低電位側端子CL3とを接続している。コンバータ47は、外部電源48から供給される交流電力を直流電力に変換しつつ、力率を改善する機能を有している。外部電源48の出力電力は、コンバータ47、第3フルブリッジ回路54及びトランス53と、第1フルブリッジ回路51及び第2フルブリッジ回路52の少なくとも一方とを介して蓄電池10に供給される。これにより、蓄電池10が充電される。

30

【0071】

制御部100は、図10(c)に示すように、第9～第12スイッチQ9～Q12をオンオフ制御する。

【0072】

第9スイッチQ9と第12スイッチQ12とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。また、第10スイッチQ10と第11スイッチQ11とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。第9、第12スイッチQ9、Q12の組と、第10、第11スイッチQ10、Q11の組とは、交互にオンされる。本実施形態において、第9～第12スイッチQ9～Q12の1スイッチング周期は、第1～第8スイッチQ1～Q8の1スイッチング周期T<sub>sw</sub>と同じである。

40

【0073】

第1、第4スイッチQ1、Q4のオンへの切り替えタイミングに対する第9、第12スイッチQ9、Q12のオンへの切り替えタイミングの位相差を調整することにより、外部電源48から蓄電池10への充電電力を調整することができる。

【0074】

ここで、図10(d)は、第1電流I<sub>1</sub>、第2電流I<sub>2</sub>、電池電流I<sub>batt</sub>及び第3電流I<sub>3</sub>の推移を示す。第3電流I<sub>3</sub>は、第3高電位側端子CH3に流れる電流である。第

50

3 電流  $I_3$  は、コンバータ 47 から第 3 高電位側端子  $CH_3$  に向かう方向に流れる場合を正とする。なお、図 10 (d) には、第 3 電流  $I_3$  の時間平均値  $I_{3\text{ave}}$  を破線で示す。なお、外部電源 48 の出力電力を用いた蓄電池 10 の充電が実施される場合、充電電力の指令値が正（すなわち、第 3 電流  $I_3$  が正）となる。

【0075】

図 10 (e) は、第 1 電力  $P_1$ 、第 2 電力  $P_2$ 、第 3 電力  $P_3$  及び合計電力 ( $= P_1 + P_2 + P_3$ ) の推移を示す。第 3 電力  $P_3$  は、外部電源 48 から蓄電池 10 への充電電力の時間平均値である。

【0076】

図 10 (e) に示すように、本実施形態では、合計電力が正の値となっている。このため、外部電源 48 から蓄電池 10 への充電を実施しつつ、昇温モード制御を実施することができる。

10

【0077】

なお、図 11 に、昇温モード制御を実施せず、外部電源 48 から蓄電池 10 への充電のみを実施した場合を示す。図 11 に示す例では、外部電源 48 の出力電力を、第 1 フルブリッジ回路 51 及び第 2 フルブリッジ回路 52 の双方で受け取って蓄電池 10 に供給している。昇温モード制御を実施していないため、充電による損失のみとなり、合計電力は図 10 (e) の場合と比較して 0 に近くなる。

【0078】

以上説明した本実施形態によれば、外部電源 48 から第 3 フルブリッジ回路 54 を介して蓄電池 10 に充電する動作に影響されることなく、昇温モード制御を実施することができる。

20

【0079】

< 第 3 実施形態 >

以下、第 3 実施形態について、第 2 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 12 に示すように、電力変換回路 50 は、第 4 フルブリッジ回路 55 (第 4 変換回路に相当) を備えている。なお、図 12 において、先の図 9 に示した構成と同一の構成又は対応する構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【0080】

第 4 フルブリッジ回路 55 は、第 13 ~ 第 16 スイッチ  $Q_{13} \sim Q_{16}$  (第 4 変換スイッチに相当) を備えている。本実施形態において、第 13 ~ 第 16 スイッチ  $Q_{13} \sim Q_{16}$  は、Nチャネル MOSFET である。第 13 スイッチ  $Q_{13}$  及び第 16 スイッチ  $Q_{16}$  のドレインには、電力変換回路 50 の第 4 高電位側端子  $CH_4$  が接続されている。第 13 スイッチ  $Q_{13}$  のソースには、第 14 スイッチ  $Q_{14}$  のドレインが接続され、第 15 スイッチ  $Q_{15}$  のソースには、第 16 スイッチ  $Q_{16}$  のドレインが接続されている。第 14 スイッチ  $Q_{14}$  及び第 16 スイッチ  $Q_{16}$  のソースには、電力変換回路 50 の第 4 低電位側端子  $CL_4$  が接続されている。なお、本実施形態において、第 4 高電位側端子  $CH_4$  及び第 4 低電位側端子  $CL_4$  が第 4 端子に相当する。

30

【0081】

電力変換回路 50 は、第 1 トランス 56 及び第 2 トランス 57 を備えている。第 1 トランス 56 は、第 1 コイル 56a 及び第 2 コイル 56b を備えている。第 1 コイル 56a の第 1 端には、第 1 スイッチ  $Q_1$  のソース及び第 2 スイッチ  $Q_2$  のドレインが接続され、第 1 コイル 56a の第 2 端には、第 3 スイッチ  $Q_3$  のソース及び第 4 スイッチ  $Q_4$  のドレインが接続されている。第 2 コイル 56b の第 1 端には、第 9 スイッチ  $Q_9$  のソース及び第 10 スイッチ  $Q_{10}$  のドレインが接続され、第 2 コイル 56b の第 2 端には、第 11 スイッチ  $Q_{11}$  のソース及び第 12 スイッチ  $Q_{12}$  のドレインが接続されている。

40

【0082】

第 1 コイル 56a と第 2 コイル 56b とは、互いに磁気結合する。第 1 コイル 56a の第 2 端に対する第 1 端の電位が高くなる場合、第 2 コイル 56b には、その第 2 端よりも第 1 端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。

50

## 【 0 0 8 3 】

第 2 トランス 5 7 は、第 3 コイル 5 7 a 及び第 4 コイル 5 7 b を備えている。第 3 コイル 5 7 a の第 1 端には、第 5 スイッチ Q 5 のソース及び第 6 スイッチ Q 6 のドレインが接続され、第 3 コイル 5 7 a の第 2 端には、第 7 スイッチ Q 7 のソース及び第 8 スイッチ Q 8 のドレインが接続されている。第 4 コイル 5 7 b の第 1 端には、第 1 3 スイッチ Q 1 3 のソース及び第 1 4 スイッチ Q 1 4 のドレインが接続され、第 4 コイル 5 7 b の第 2 端には、第 1 5 スイッチ Q 1 5 のソース及び第 1 6 スイッチ Q 1 6 のドレインが接続されている。

## 【 0 0 8 4 】

第 3 コイル 5 7 a と第 4 コイル 5 7 b とは、互いに磁気結合する。第 3 コイル 5 7 a の第 2 端に対する第 1 端の電位が高くなる場合、第 4 コイル 5 7 b には、その第 2 端よりも第 1 端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。

10

## 【 0 0 8 5 】

本実施形態では、高電位側電気経路 6 1 を第 1 高電位側電気経路と称し、低電位側電気経路 6 2 を第 1 低電位側電気経路と称することとする。電力変換回路 5 0 は、第 2 高電位側電気経路 6 3 と、第 2 低電位側電気経路 6 4 とを備えている。第 2 高電位側電気経路 6 3 は、第 3 高電位側端子 C H 3 と第 4 高電位側端子 C H 4 とを接続し、第 2 低電位側電気経路 6 4 は、第 3 低電位側端子 C L 3 と第 4 低電位側端子 C L 4 とを接続している。第 2 高電位側電気経路 6 3 と第 2 低電位側電気経路 6 4 とは、コンデンサ 4 6 により接続されている。なお、本実施形態において、第 1 高電位側電気経路 6 1 及び第 1 低電位側電気経路 6 2 が第 1 電気経路に相当し、第 2 高電位側電気経路 6 3 及び第 2 低電位側電気経路 6 4 が第 2 電気経路に相当する。

20

## 【 0 0 8 6 】

熱伝達部 4 5 は、さらに、第 1 3 ~ 第 1 6 スイッチ Q 1 3 ~ Q 1 6 と、第 1 トランス 5 6 と、第 2 トランス 5 7 とを熱交換対象要素とする。

## 【 0 0 8 7 】

本実施形態では、電圧センサ 7 0 を第 1 電圧センサ 7 0 と称し、電流センサ 8 0 を第 1 電流センサ 8 0 と称することとする。電源システムは、第 2 電圧センサ 7 1、第 2 電流センサ 8 1 及び第 3 電流センサ 8 2 を備えている。第 2 電圧センサ 7 1 は、コンデンサ 4 6 の端子間電圧を検出する。第 2 電流センサ 8 1 は、第 1 高電位側端子 C H 1 に流れる電流を検出し、第 3 電流センサ 8 2 は、第 2 高電位側電気経路 6 3 に流れる電流を検出する。第 2 電圧センサ 7 1、第 2 電流センサ 8 1 及び第 3 電流センサ 8 2 の検出値は、制御部 1 0 0 に入力される。

30

## 【 0 0 8 8 】

続いて、図 1 3 を用いて、制御部 1 0 0 が実施する昇温モード制御について説明する。なお、図 1 3 では、指令電力制限部 1 1 1 の図示を省略している。

## 【 0 0 8 9 】

制御部 1 0 0 は、第 1 指令位相 1、第 2 指令位相 2 及び第 4 指令位相 4 を算出する。各指令位相 1、2、4 について、図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 ( a ) ~ ( c ) は、先の図 1 0 ( a ) ~ ( c ) に対応し、図 1 4 ( d ) は、第 1 3 ~ 第 1 6 スイッチ Q 1 3 ~ Q 1 6 の駆動状態の推移を示す。

40

## 【 0 0 9 0 】

第 1 3 スイッチ Q 1 3 と第 1 6 スイッチ Q 1 6 とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。また、第 1 4 スイッチ Q 1 4 と第 1 5 スイッチ Q 1 5 とは、オンへの切り替えタイミング及びオフへの切り替えタイミングが同期されている。第 1 3、第 1 6 スイッチ Q 1 3、Q 1 6 の組と、第 1 4、第 1 5 スイッチ Q 1 4、Q 1 5 の組とは、交互にオンされる。本実施形態において、各スイッチ Q 1 ~ Q 1 6 の 1 スイッチング周期  $T_{sw}$  は、互いに同じである。

## 【 0 0 9 1 】

第 1 指令位相 1 は、第 9、第 1 2 スイッチ Q 9、Q 1 2 のオンへの切り替えタイミングと、第 1、第 4 スイッチ Q 1、Q 4 のオンへの切り替えタイミングとの位相差の指令値で

50

ある。第1指令位相 1 は、第9, 第12スイッチQ9, Q12のオンへの切り替えタイミングに対して、第1, 第4スイッチQ1, Q4のオンへの切り替えタイミングが遅れる場合に負となり、早まる場合に正となる。

【0092】

第2指令位相 2 は、第9, 第12スイッチQ9, Q12のオンへの切り替えタイミングと、第5, 第8スイッチQ5, Q8のオンへの切り替えタイミングとの位相差の指令値である。第4指令位相 4 は、第9, 第12スイッチQ9, Q12のオンへの切り替えタイミングと、第13, 第16スイッチQ13, Q16のオンへの切り替えタイミングとの位相差の指令値である。第2, 第4指令位相 2, 4の符号の定義は、第1指令位相 1の符号の定義と同様である。

10

【0093】

図3の説明に戻り、制御部100は、第1指令位相 1を算出するための構成として、第1指令電流設定部140及び第1電流制御器150を備えている。

【0094】

第1指令電流設定部140は、第1電流算出部142及び第1最小値選択部143を備えている。第1電流算出部142は、入力された第1指令電力 $P1^*$ を、第1電圧センサ70の検出電圧である第1電源電圧 $V1r$ で除算することにより、第1高電位側端子CH1に流す第1指令電流 $I1f$ を算出する。第1指令電力 $P1^*$ は、第1フルブリッジ回路51と第1トランス56との間で伝達される電力の指令値である。第1指令電力 $P1^*$ が正の場合、第1フルブリッジ回路51から第1トランス56へと電力が伝達される。

20

【0095】

第1最小値選択部143は、第1電流算出部142により算出された第1指令電流 $I1f$ と、過電流保護のための第1電流制限値 $I1lim$ とのうち、小さい方を最終的な第1指令電流 $Iref1$ として選択する。第1最小値選択部143から出力された第1指令電流 $Iref1$ は、リミッタ144により上限値又は下限値が制限される。

【0096】

第1電流制御器150は、第1電流偏差算出部151、第1フィードバック制御部152及び第1リミッタ153を備えている。第1電流偏差算出部151は、リミッタ144から出力された第1指令電流 $Iref1$ から、第2電流センサ81の検出電流 $I1r$ を減算することにより、第1電流偏差  $I1$ を算出する。

30

【0097】

第1フィードバック制御部152は、算出された第1電流偏差  $I1$ を0にフィードバック制御するための操作量として、第1指令位相 1を算出する。算出された第1指令位相 1は、第1リミッタ153により上限値又は下限値が制限され、PWM生成部200に入力される。

【0098】

制御部100は、第2指令位相 2を算出するための構成として、第2指令電流設定部160及び第2電流制御器170を備えている。

【0099】

第2指令電流設定部160は、第2電流算出部162及び第2最小値選択部163を備えている。第2電流算出部162は、入力された第2指令電力 $P2^*$ を、第1電圧センサ70により検出された第1電源電圧 $V1r$ で除算することにより、第2高電位側端子CH2に流す第2指令電流 $I2f$ を算出する。第2指令電力 $P2^*$ は、第2フルブリッジ回路52と第2トランス57との間で伝達される電力の指令値である。第2指令電力 $P2^*$ が負の場合、第2トランス57から第2フルブリッジ回路52へと電力が伝達される。

40

【0100】

第2最小値選択部163は、第2電流算出部162により算出された第2指令電流 $I2f$ と、過電流保護のための第2電流制限値 $I2lim$ とのうち、小さい方を最終的な第2指令電流 $Iref2$ として選択する。第2最小値選択部163から出力された第2指令電流 $Iref2$ は、リミッタ164により上限値又は下限値が制限される。

50

## 【0101】

第2電流制御器170は、第2電流偏差算出部171、第2フィードバック制御部172及び第2リミッタ173を備えている。第2電流偏差算出部171は、リミッタ164から出力された第2指令電流 $I_{ref2}$ から、第1電流センサ80の検出電流 $I_r$ を減算することにより、第2電流偏差 $I_2$ を算出する。

## 【0102】

第2フィードバック制御部172は、算出された第2電流偏差 $I_2$ を0にフィードバック制御するための操作量として、第2指令位相 $\theta_2$ を算出する。算出された第2指令位相 $\theta_2$ は、第2リミッタ173により上限値又は下限値が制限され、PWM生成部200に

## 【0103】

制御部100は、第4指令位相 $\theta_4$ を算出するための構成として、第4指令電流設定部180及び第4電流制御器190を備えている。

## 【0104】

第4指令電流設定部180は、第4電流算出部182及び第4最小値選択部183を備えている。第4電流算出部182は、入力された第4指令電力 $P_4^*$ を、第2電圧センサ71により検出された第3電源電圧 $V_{3r}$ で除算することにより、第4高電位側端子CH4に流す第4指令電流 $I_{4f}$ を算出する。第4指令電力 $P_4^*$ は、第4フルブリッジ回路55と第2トランス57との間で伝達される電力の指令値である。第4指令電力 $P_4^*$ が正の場合、第4フルブリッジ回路55から第2トランス57へと電力が伝達される。

## 【0105】

第4最小値選択部183は、第4電流算出部182により算出された第4指令電流 $I_{4f}$ と、過電流保護のための第4電流制限値 $I_{4lim}$ とのうち、小さい方を最終的な第4指令電流 $I_{ref4}$ として選択する。第4最小値選択部183から出力された第4指令電流 $I_{ref2}$ は、リミッタ184により上限値又は下限値が制限される。

## 【0106】

第4電流制御器190は、第4電流偏差算出部191、第4フィードバック制御部192及び第4リミッタ193を備えている。第4電流偏差算出部191は、リミッタ184から出力された第4指令電流 $I_{ref4}$ から、第3電流センサ82の検出電流 $I_{4r}$ を減算することにより、第4電流偏差 $I_4$ を算出する。

## 【0107】

第4フィードバック制御部192は、算出された第4電流偏差 $I_4$ を0にフィードバック制御するための操作量として、第4指令位相 $\theta_4$ を算出する。算出された第4指令位相 $\theta_4$ は、第4リミッタ193により上限値又は下限値が制限され、PWM生成部200に

## 【0108】

PWM生成部200は、第1指令位相 $\theta_1$ 、第2指令位相 $\theta_2$ 及び第4指令位相 $\theta_4$ を実現できるように、各スイッチQ1～Q16の駆動信号を生成して各スイッチQ1～Q16のゲートに対して出力する。

## 【0109】

本実施形態では、蓄電池10の出力電力が、第1フルブリッジ回路51、第1トランス56、第3フルブリッジ回路54、各電気経路63, 64、第4フルブリッジ回路55、第2トランス57、第2フルブリッジ回路52及び各電気経路61, 62を含む経路を循環するように、各スイッチQ1～Q16をオンオフ制御する昇温モード制御が実施される。このために、第1指令電力 $P_1^*$ 、第2指令電力 $P_2^*$ 及び第4指令電力 $P_4^*$ それぞれの絶対値が互いに同じ値に設定されている。また、第1指令電力 $P_1^*$ 及び第4指令電力 $P_4^*$ が正の値に設定され、第2指令電力 $P_2^*$ が負の値に設定されている。

## 【0110】

本実施形態の昇温モード制御が実施されると、図14(e), (f)に示すように、各電流値等が推移する。図14(e)は、第1～第4電流 $I_1 \sim I_4$ の推移を示す。第4電流



I 4 は、第 4 高電位側端子 C H 4 に流れる電流である。第 4 電流 I 4 は、第 2 高電位側電気経路 6 3 から第 4 高電位側端子 C H 4 に向かう方向に流れる場合を正とする。

【 0 1 1 1 】

図 1 4 ( f ) は、第 1 ~ 第 4 電力 P 1 ~ P 4 及び合計電力 ( = P 1 + P 2 + P 3 + P 4 ) の推移を示す。第 1 電力 P 1 は、第 1 フルブリッジ回路 5 1 と第 1 トランス 5 6 との間で伝達される電力の時間平均値であり、第 2 電力 P 2 は、第 2 フルブリッジ回路 5 2 と第 2 トランス 5 7 との間で伝達される電力の時間平均値である。第 3 電力 P 3 は、第 3 フルブリッジ回路 5 4 と第 1 トランス 5 6 との間で伝達される電力の時間平均値であり、第 4 電力 P 4 は、第 4 フルブリッジ回路 5 5 と第 2 トランス 5 7 との間で伝達される電力の時間平均値である。合計電力が 0 よりも大きくなっていることから、昇温モード制御が実施されることにより電力変換回路 5 0 で損失が発生し、その損失によって熱が発生している。発生した熱は、熱伝達部 4 5 に吸収される。

10

【 0 1 1 2 】

以上説明した本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を奏することができる。

【 0 1 1 3 】

< 第 3 実施形態の変形例 >

図 1 2 に示す各フルブリッジ回路 5 1 , 5 2 , 5 4 , 5 5 のうち、電力が入力状態となるフルブリッジ回路は、ダイオード等のブリッジ回路で構成されていてもよい。

【 0 1 1 4 】

< 第 4 実施形態 >

20

以下、第 4 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 1 5 に示す D C D C コンバータ 2 0 に昇温モード制御を適用する。図 1 5 において、先の図 1 に示した構成と同一の構成又は対応する構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【 0 1 1 5 】

D C D C コンバータ 2 0 の第 1 端子 C 1 及び第 2 端子 C 2 には、蓄電池 1 0 の正極端子が接続され、第 3 端子 C 3 には、蓄電池 1 0 の負極端子が接続されている。

【 0 1 1 6 】

D C D C コンバータ 2 0 は、第 1 リアクトル 2 1、第 2 リアクトル 2 2、第 1 ブリッジ回路 2 3、第 2 ブリッジ回路 2 4 及びコンデンサ 2 5 を備えている。第 1 ブリッジ回路 2 3 は、第 1 上アームスイッチ Q A 1 及び第 1 下アームスイッチ Q A 2 の直列接続体を備えている。第 2 ブリッジ回路 2 4 は、第 2 上アームスイッチ Q A 3 及び第 2 下アームスイッチ Q A 4 の直列接続体を備えている。本実施形態において、各スイッチ Q A 1 ~ Q A 4 は、I G B T である。

30

【 0 1 1 7 】

第 1 リアクトル 2 1 の第 1 端には、第 1 端子 C 1 が接続され、第 1 リアクトル 2 1 の第 2 端には、第 1 上アームスイッチ Q A 1 のエミッタ及び第 1 下アームスイッチ Q A 2 のコレクタが接続されている。第 2 リアクトル 2 2 の第 1 端には、第 2 端子 C 2 が接続され、第 2 リアクトル 2 2 の第 2 端には、第 2 上アームスイッチ Q A 3 のエミッタ及び第 2 下アームスイッチ Q A 4 のコレクタが接続されている。

40

【 0 1 1 8 】

第 1 上アームスイッチ Q A 1 及び第 2 上アームスイッチ Q A 3 のコレクタには、コンデンサ 2 5 の第 1 端が接続されている。第 1 下アームスイッチ Q A 2 及び第 2 下アームスイッチ Q A 4 のエミッタには、コンデンサ 2 5 の第 2 端と、第 3 端子 C 3 とが接続されている。

【 0 1 1 9 】

熱伝達部 4 5 は、さらに、第 1 リアクトル 2 1、第 2 リアクトル 2 2 及び各スイッチ Q A 1 ~ Q A 4 を熱交換対象要素とする。

【 0 1 2 0 】

電源システムは、入力側電圧センサ 9 1、出力側電圧センサ 9 2、第 1 リアクトル電流センサ 9 3 及び第 2 リアクトル電流センサ 9 4 を備えている。入力側電圧センサ 9 1 は、第

50

3 端子 C 3 に対する第 1 , 第 2 端子 C 1 , C 2 の電位差を検出する。出力側電圧センサ 9 2 は、コンデンサ 2 5 の端子間電圧を検出する。第 1 リアクトル電流センサ 9 3 は、第 1 リアクトル 2 1 に流れる電流を検出し、第 2 リアクトル電流センサ 9 4 は、第 2 リアクトル 2 2 に流れる電流を検出する。本実施形態では、第 1 リアクトル 2 1 において第 1 端側から第 2 端側へと向かう方向に流れる電流  $I_A$  を正とし、第 2 リアクトル 2 2 において第 1 端側から第 2 端側へと向かう方向に流れる電流  $I_B$  を正とする。入力側電圧センサ 9 1 、出力側電圧センサ 9 2 、第 1 リアクトル電流センサ 9 3 及び第 2 リアクトル電流センサ 9 4 の検出値は、制御部 1 0 0 に入力される。

【 0 1 2 1 】

続いて、図 1 6 を用いて、制御部 1 0 0 が実施する昇温モード制御について説明する。なお、図 1 6 では、指令電力制限部 1 1 1 の図示を省略している。

10

【 0 1 2 2 】

制御部 1 0 0 は、第 1 指令電流設定部 2 1 0 及び第 1 電流制御器 2 2 0 を備えている。第 1 指令電流設定部 2 1 0 は、第 1 電流算出部 2 1 2 及び第 1 最小値選択部 2 1 3 を備えている。第 1 電流算出部 2 1 2 は、入力された第 1 指令電力  $P_A^*$  を、入力側電圧センサ 9 1 の検出電圧  $V_{Lr}$  で除算することにより、第 1 リアクトル 2 1 に流す第 1 指令電流  $I_{Af}$  を算出する。第 1 指令電力  $P_A^*$  は、第 1 端子 C 1 と第 1 ブリッジ回路 2 3 との間で伝達される電力の指令値である。第 1 指令電力  $P_A^*$  が正の場合、第 1 端子 C 1 から第 1 ブリッジ回路 2 3 へと電力が伝達される。

【 0 1 2 3 】

20

なお、第 1 電流算出部 2 1 2 において、入力側電圧センサ 9 1 の検出電圧  $V_{Lr}$  に代えて、電圧センサ 7 0 の検出電圧  $V_{1r}$  が用いられてもよい。

【 0 1 2 4 】

第 1 最小値選択部 2 1 3 は、第 1 電流算出部 2 1 2 により算出された第 1 指令電流  $I_{Af}$  と、過電流保護のための第 1 電流制限値  $I_{Alim}$  とのうち、小さい方を最終的な第 1 指令電流  $I_{refA}$  として選択する。第 1 最小値選択部 2 1 3 から出力された第 1 指令電流  $I_{refA}$  は、リミッタ 2 1 4 により上限値又は下限値が制限される。

【 0 1 2 5 】

第 1 電流制御器 2 2 0 は、第 1 電流偏差算出部 2 2 1 、第 1 フィードバック制御部 2 2 2 、第 1 リミッタ 2 2 3 、第 1 加算部 2 2 4 及び第 1 デューティ算出部 2 2 5 を備えている。第 1 電流偏差算出部 2 2 1 は、リミッタ 2 1 4 から出力された第 1 指令電流  $I_{refA}$  から、第 1 リアクトル電流センサ 9 3 の検出電流  $I_{Ar}$  を減算することにより、第 1 電流偏差  $I_A$  を算出する。

30

【 0 1 2 6 】

第 1 フィードバック制御部 2 2 2 は、算出された第 1 電流偏差  $I_A$  を 0 にフィードバック制御するための操作量として、第 1 電圧  $V_1$  を算出する。算出された第 1 電圧  $V_1$  は、第 1 リミッタ 2 2 3 により上限値又は下限値が制限され、第 1 加算部 2 2 4 に入力される。第 1 加算部 2 2 4 は、第 1 リミッタ 2 2 3 から出力された第 1 電圧  $V_1$  に、入力側電圧センサ 9 1 の検出電圧  $V_{Lr}$  を加算する。

【 0 1 2 7 】

40

第 1 デューティ算出部 2 2 5 は、第 1 加算部 2 2 4 により算出された「 $V_1 + V_{Lr}$ 」を出力側電圧センサ 9 2 の検出電圧  $V_{Hr}$  で除算することにより、第 1 デューティ  $Duty_1$  を算出する。第 1 デューティ  $Duty_1$  は、1 スwitchング周期  $T_{csw}$  に対する第 1 上アームスイッチ  $Q_{A1}$  のオン期間  $T_{on1}$  の比率 ( $= T_{on1} / T_{csw}$ ) を定める値である。

【 0 1 2 8 】

PWM 生成部 2 5 0 は、第 1 デューティ  $Duty_1$  とキャリア信号  $S_g$  (三角波信号) との大小比較に基づいて、第 1 上、下アームスイッチ  $Q_{A1}$  ,  $Q_{A2}$  の駆動信号を生成して第 1 上、下アームスイッチ  $Q_{A1}$  ,  $Q_{A2}$  のゲートに対して出力する。ここで、第 1 上アームスイッチ  $Q_{A1}$  と第 1 下アームスイッチ  $Q_{A2}$  とは交互にオンされる。

50

## 【 0 1 2 9 】

制御部 1 0 0 は、第 2 指令電流設定部 2 3 0 及び第 2 電流制御器 2 4 0 を備えている。第 2 指令電流設定部 2 3 0 は、第 2 電流算出部 2 3 2 及び第 2 最小値選択部 2 3 3 を備えている。第 2 電流算出部 2 3 2 は、入力された第 2 指令電力  $P B^*$  を、入力側電圧センサ 9 1 の検出電圧  $V L r$  で除算することにより、第 2 リアクトル 2 2 に流す第 2 指令電流  $I B f$  を算出する。第 2 指令電力  $P B^*$  は、第 2 端子  $C 2$  と第 2 ブリッジ回路 2 4 との間で伝達される電力の指令値である。第 2 指令電力  $P B^*$  が正の場合、第 2 端子  $C 2$  から第 2 ブリッジ回路 2 4 へと電力が伝達される。

## 【 0 1 3 0 】

第 2 最小値選択部 2 3 3 は、第 2 電流算出部 2 3 2 により算出された第 2 指令電流  $I B f$  と、過電流保護のための第 2 電流制限値  $I B l i m$  とのうち、小さい方を最終的な第 2 指令電流  $I r e f B$  として選択する。第 2 最小値選択部 2 3 3 から出力された第 2 指令電流  $I r e f B$  は、リミッタ 2 3 4 により上限値又は下限値が制限される。

10

## 【 0 1 3 1 】

第 2 電流制御器 2 4 0 は、第 2 電流偏差算出部 2 4 1、第 2 フィードバック制御部 2 4 2、第 2 リミッタ 2 4 3、第 2 加算部 2 4 4 及び第 2 デューティ算出部 2 4 5 を備えている。第 2 電流偏差算出部 2 4 1 は、リミッタ 2 3 4 から出力された第 2 指令電流  $I r e f B$  から、第 2 リアクトル電流センサ 9 4 の検出電流  $I B r$  を減算することにより、第 2 電流偏差  $I B$  を算出する。

## 【 0 1 3 2 】

第 2 フィードバック制御部 2 4 2 は、算出された第 2 電流偏差  $I B$  を 0 にフィードバック制御するための操作量として、第 2 電圧  $V 2$  を算出する。算出された第 2 電圧  $V 2$  は、第 2 リミッタ 2 4 3 により上限値又は下限値が制限され、第 2 加算部 2 4 4 に入力される。第 2 加算部 2 4 4 は、第 2 リミッタ 2 4 3 から出力された第 2 電圧  $V 2$  に、入力側電圧センサ 9 1 の検出電圧  $V L r$  を加算する。

20

## 【 0 1 3 3 】

第 2 デューティ算出部 2 4 5 は、第 2 加算部 2 4 4 により算出された「 $V 2 + V L r$ 」を出力側電圧センサ 9 2 の検出電圧  $V H r$  で除算することにより、第 2 デューティ  $D u t y 2$  を算出する。第 2 デューティ  $D u t y 1$  は、1 スwitchング周期  $T c s w$  に対する第 2 上アームスイッチ  $Q A 3$  のオン期間  $T o n 2$  の比率 ( $= T o n 2 / T c s w$ ) を定める値である。

30

## 【 0 1 3 4 】

PWM生成部 2 5 0 は、第 2 デューティ  $D u t y 2$  とキャリア信号  $S g$  との大小比較に基づいて、第 2 上、下アームスイッチ  $Q A 3$ 、 $Q A 4$  の駆動信号を生成して第 2 上、下アームスイッチ  $Q A 3$ 、 $Q A 4$  のゲートに対して出力する。ここで、第 2 上アームスイッチ  $Q A 3$  と第 2 下アームスイッチ  $Q A 4$  とは交互にオンされる。

## 【 0 1 3 5 】

本実施形態では、第 1 指令電力  $P A^*$  及び第 2 指令電力  $P B^*$  のうち、一方が正の値に設定され、他方が負の値に設定されている。また、第 1 指令電力  $P A^*$  及び第 2 指令電力  $P B^*$  それぞれの絶対値が同じ値に設定されている。これにより、蓄電池 1 0 の出力電力が、第 1 リアクトル 2 1、第 1 上アームスイッチ  $Q A 1$ 、第 2 上アームスイッチ  $Q A 3$ 、第 2 リアクトル 2 2 を含む経路を循環するようになる。

40

## 【 0 1 3 6 】

図 1 7 を用いて、本実施形態の昇温モード制御について説明する。図 1 7 ( a ) は、第 1 上、下アームスイッチ  $Q A 1$ 、 $Q A 2$  の駆動状態の推移を示し、図 1 7 ( b ) は、第 2 上、下アームスイッチ  $Q A 3$ 、 $Q A 4$  の駆動状態の推移を示す。図 1 7 ( c ) は、第 1、第 2 デューティ  $D u t y 1$ 、 $D u t y 2$  及びキャリア信号  $S g$  の推移を示す。図 1 7 ( d ) は、第 1、第 2 リアクトル 2 1、2 2 に流れる電流  $I A$ 、 $I B$ 、蓄電池 1 0 から D C D C コンバータ 2 0 に流れる電流  $I L$ 、及び D C D C コンバータ 2 0 から出力される電流  $I H$  の推移を示す。図 1 7 ( e ) は、各電流  $I A$ 、 $I B$ 、 $I L$ 、 $I H$  の時間平均値  $I A a v e$

50

, I B a v e , I L a v e , I H a v e の推移を示す。

【 0 1 3 7 】

図 1 7 ( f ) は、第 1 電力 P A、第 2 電力 P A 及び合計電力 ( = P A + P B ) の推移を示す。第 1 電力 P A は、第 1 端子 C 1 と第 1 ブリッジ回路 2 3 との間で伝達される電力の時間平均値であり、第 2 電力 P B は、第 2 端子 C 2 と第 2 ブリッジ回路 2 4 との間で伝達される電力の時間平均値である。

【 0 1 3 8 】

図 1 7 ( f ) に示す P H は、昇温モード制御により発生する損失分である。この損失分により、熱伝達部 4 5 に吸収される熱を生成することができ、ひいては昇温対象要素を昇温させることができる。

10

【 0 1 3 9 】

< 第 5 実施形態 >

以下、第 5 実施形態について、第 3 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 1 8 に示すように、電力変換回路 5 0 は、2 つのトランスに代えて、1 つのトランス 5 8 を備えている。なお、図 1 8 において、先の図 1 2 に示した構成と同一の構成又は対応する構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【 0 1 4 0 】

トランス 5 8 は、第 1 ~ 第 4 コイル 5 8 a ~ 5 8 d を備えている。第 1 コイル 5 8 a の第 1 端には、第 1 スイッチ Q 1 のソース及び第 2 スイッチ Q 2 のドレインが接続され、第 1 コイル 5 8 a の第 2 端には、第 3 スイッチ Q 3 のソース及び第 4 スイッチ Q 4 のドレインが接続されている。第 2 コイル 5 8 b の第 1 端には、第 9 スイッチ Q 9 のソース及び第 1 0 スイッチ Q 1 0 のドレインが接続され、第 2 コイル 5 8 b の第 2 端には、第 1 1 スイッチ Q 1 1 のソース及び第 1 2 スイッチ Q 1 2 のドレインが接続されている。

20

【 0 1 4 1 】

第 3 コイル 5 8 c の第 1 端には、第 1 3 スイッチ Q 1 3 のソース及び第 1 4 スイッチ Q 1 4 のドレインが接続され、第 3 コイル 5 8 c の第 2 端には、第 1 5 スイッチ Q 1 5 のソース及び第 1 6 スイッチ Q 1 6 のドレインが接続されている。第 4 コイル 5 8 d の第 1 端には、第 5 スイッチ Q 5 のソース及び第 6 スイッチ Q 6 のドレインが接続され、第 4 コイル 5 8 d の第 2 端には、第 7 スイッチ Q 7 のソース及び第 8 スイッチ Q 8 のドレインが接続されている。

30

【 0 1 4 2 】

第 1 ~ 第 4 コイル 5 8 a ~ 5 8 d とは、互いに磁気結合する。第 1 コイル 5 8 a の第 2 端に対する第 1 端の電位が高くなる場合、第 2 ~ 第 4 コイル 5 8 b ~ 5 8 d には、その第 2 端よりも第 1 端の電位が高くなるような誘起電圧が発生する。

【 0 1 4 3 】

なお、本実施形態において、制御部 1 0 0 の昇温モード制御の機能ブロック図は、図 1 3 に示したものと同様である。

【 0 1 4 4 】

図 1 9 を用いて、本実施形態の昇温モード制御について説明する。図 1 9 ( a ) ~ ( f ) は、先の図 1 4 ( a ) ~ ( f ) に対応している。

40

【 0 1 4 5 】

本実施形態では、昇温モード制御により発生する熱量を所定量以上にしたい場合、上述した制御が実施される。一方、発生する熱量を所定量未満にしたい場合、例えば、第 1 実施形態で説明した昇温モード制御を実施することができる。このため、本実施形態によれば、発生する熱量の自由度を高めることができる。

【 0 1 4 6 】

< 第 6 実施形態 >

以下、第 6 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 2 0 に示すように、第 1 蓄電池 1 0 に加え、第 2 蓄電池 1 1 が車両に搭載されている。図 2 0 において、先の図 1 に示した構成と同一の構成又は対応する

50

構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【 0 1 4 7 】

第 2 蓄電池 1 1 は、充放電可能な 2 次電池であり、例えば、リチウムイオン蓄電池又はニッケル水素蓄電池である。

【 0 1 4 8 】

第 2 高電位側端子 C H 2 には、第 2 蓄電池 1 1 の正極端子が接続され、第 2 低電位側端子 C L 2 には、第 2 蓄電池 1 1 の負極端子が接続されている。

【 0 1 4 9 】

電源システムは、電圧センサ 7 2 を備えている。電圧センサ 7 2 は、第 2 蓄電池 1 1 の端子間電圧を検出する。電圧センサ 7 2 の検出値は、制御部 1 0 0 に入力される。

10

【 0 1 5 0 】

図 2 1 に、制御部 1 0 0 が実施する昇温モード制御のフローチャートを示す。この処理は、例えば所定の制御周期で繰り返し実行される。

【 0 1 5 1 】

ステップ S 2 0 では、指令電力 P 2 \* を正の値に設定する。指令電力 P 2 \* は、トランス 5 3 を介して第 1 フルブリッジ回路 5 1 と第 2 フルブリッジ回路 5 2 との間で伝達される電力の指令値である。指令電力 P 2 \* が正の場合、第 1 フルブリッジ回路 5 1 からトランス 5 3 を介して第 2 フルブリッジ回路 5 2 に電力が伝達される。電圧センサ 7 2 の検出電圧 V 2 r 及び電流センサ 8 0 の検出電流 I 2 r の乗算値が指令電力 P 2 \* に追従するように、各スイッチ Q 1 ~ Q 8 をオンオフ制御する。

20

【 0 1 5 2 】

ステップ S 2 1 では、指令電力 P 2 \* を正の値に切り替えてから所定時間経過したか否かを判定する。ステップ S 2 1 で所定時間経過したと判定した場合には、ステップ S 2 2 に進み、指令電力 P 2 \* を負の値に切り替える。本実施形態では、ステップ S 2 2 で設定する指令電力 P 2 \* の絶対値と、ステップ S 2 0 で設定する指令電力 P 2 \* の絶対値とが同じ値である。

【 0 1 5 3 】

ステップ S 2 3 では、指令電力 P 2 \* を負の値に切り替えてから所定時間経過したか否かを判定する。ステップ S 2 3 で所定時間経過したと判定した場合には、ステップ S 2 0 に移行し、指令電力 P 2 \* を正の値に切り替える。そして、電圧センサ 7 2 の検出電圧 V 2 r 及び電流センサ 8 0 の検出電流 I 2 r の乗算値が指令電力 P 2 \* に追従するように、各スイッチ Q 1 ~ Q 8 をオンオフ制御する。

30

【 0 1 5 4 】

以上説明した本実施形態によれば、第 1 蓄電池 1 0 と充電と、第 2 蓄電池 1 1 の充電とが交互に実施されるように各スイッチ Q 1 ~ Q 8 がオンオフ制御される。これにより、発熱量を制御することが可能となる。

【 0 1 5 5 】

< 第 6 実施形態の変形例 >

・ 所定時間経過するたびに指令電力 P 2 \* の符号を切り替える構成に代えて、例えば、第 1 低電位側端子 C L 1 に対する第 1 高電位側端子 C H 1 の電位差や、第 2 高電位側端子 C H 2 に対する第 2 低電位側端子 C L 2 の電位差に基づいて符号を切り替えたり、各蓄電池 1 0 , 1 1 の充電度合い (例えば SOC) に応じて符号を切り替えたりしてもよい。

40

【 0 1 5 6 】

・ 図 2 1 のステップ S 2 0 で設定される指令電力 P 2 \* の絶対値と、ステップ S 2 2 で設定される指令電力 P 2 \* の絶対値とが異なってもよい。ステップ S 2 0 で設定される指令電力 P 2 \* の絶対値を、ステップ S 2 2 で設定される指令電力 P 2 \* の絶対値よりも大きくする場合、第 1 蓄電池 1 0 の出力電力により第 2 蓄電池 1 1 が充電される。一方、ステップ S 2 0 で設定される指令電力 P 2 \* の絶対値を、ステップ S 2 2 で設定される指令電力 P 2 \* の絶対値よりも小さくする場合、第 2 蓄電池 1 1 の出力電力により第 1 蓄電池 1 0 が充電される。以上説明した構成によれば、昇温モード制御を実施しつつ、第 1 蓄

50

電池 10 及び第 2 蓄電池 11 のうち一方から他方への充電も実施することができる。

【0157】

・各蓄電池 10, 11 に代えて、例えば、コンデンサ等のエネルギーバッファ要素や、双方向電力授受が可能な外部電源等が用いられてもよい。

【0158】

<第 7 実施形態>

以下、第 7 実施形態について、第 2 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、図 22 に示すように、電源システムは、発熱装置 300 を備えている。図 22 において、先の図 9, 図 12 に示した構成と同一の構成については、便宜上、同一の符号を付している。

【0159】

発熱装置 300 は、抵抗体 301 及びコンデンサ 302 を備えている。抵抗体 301 及びコンデンサ 302 それぞれの第 1 端には、第 3 高電位側端子 CH3 が接続され、第 2 端には、第 3 低電位側端子 CL3 が接続されている。

【0160】

発熱装置 300 は、環境温度に応じて発熱量を制御し、発生した熱を熱伝達部 45 に伝達する。本実施形態では、発熱装置 300 への給電に第 3 フルブリッジ回路 54 が用いられる。これにより、新たな部品を追加することなく、発熱装置 300 の通電制御が可能になっている。

【0161】

以上説明した本実施形態によれば、昇温モード制御により発生させた熱に加え、発熱装置 300 により発生した熱も熱伝達部 45 に伝達することができる。

【0162】

また、各スイッチ Q1 ~ Q12 等の熱交換対象要素と熱伝達部 45 との温度差が小さいと、熱交換対象要素から熱伝達部 45 に伝達される熱量が小さくなる。この場合であっても、発熱装置 300 によれば、上記温度差に影響されることなく、熱伝達部 45 に十分な熱を伝達することができる。

【0163】

<第 8 実施形態>

以下、第 8 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、昇温要求がある場合、昇温要求がない場合よりも、各スイッチ Q1 ~ Q8 をオンするときのゲート電圧を低下させてハーフオン状態にする。

【0164】

図 23 に、制御部 100 が実施する昇温モード制御のフローチャートを示す。図 23 において、先の図 8 に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

【0165】

ステップ S13 の処理の完了後、ステップ S15 に進み、各スイッチ Q1 ~ Q8 において、スイッチをオンする場合、フルオン状態ではなくハーフオン状態にする。ハーフオン状態とは、スイッチがオンされる場合のゲート電圧を、飽和領域でスイッチを駆動させる電圧に設定する状態である。飽和領域とは、スイッチのドレイン及びソース間電圧とドレイン電流とが関係付けられた出力特性において、ドレイン及びソース間電圧の大きさにかわらずドレイン電流が略一定となる領域のことである。

【0166】

以上説明した本実施形態によれば、昇温モード制御においてオンされるスイッチのオン抵抗を、フルオン状態のオン抵抗よりも増加させることができる。このため、昇温モード制御により発生する熱量を好適に増加させることができる。

【0167】

<その他の実施形態>

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【0168】

10

20

30

40

50

・蓄電部としては、蓄電池に限らず、例えばコンデンサであってもよい。

【 0 1 6 9 】

・本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

10

【符号の説明】

【 0 1 7 0 】

1 0 ... 蓄電池、5 0 ... 電力変換回路、5 1 ... 第 1 フルブリッジ回路、5 2 ... 第 2 フルブリッジ回路、5 3 ... トランス、1 0 0 ... 制御部。

20

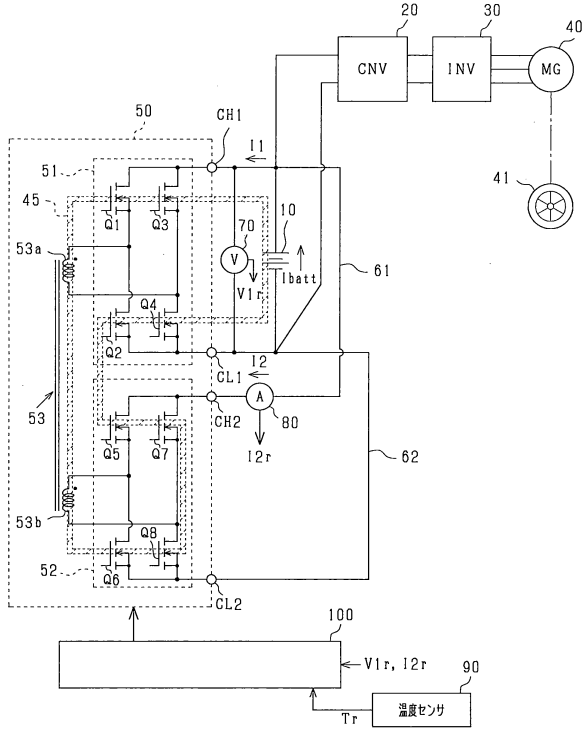
30

40

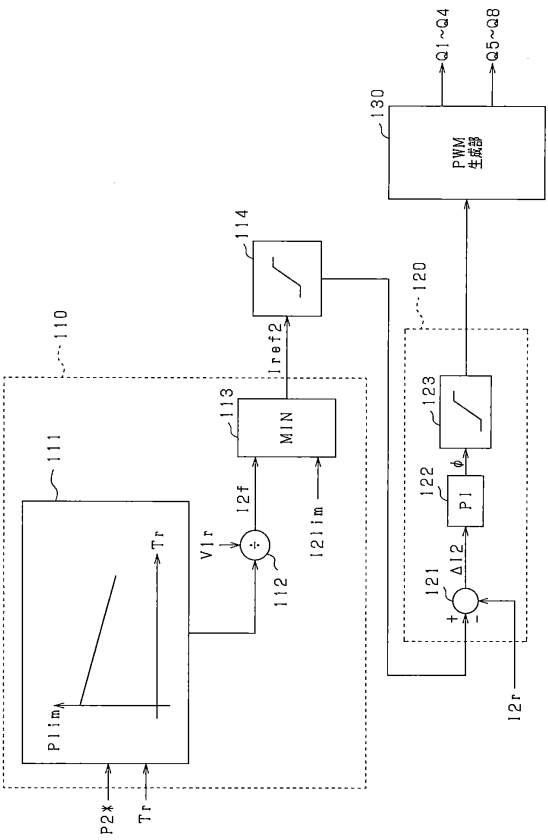
50

【図面】

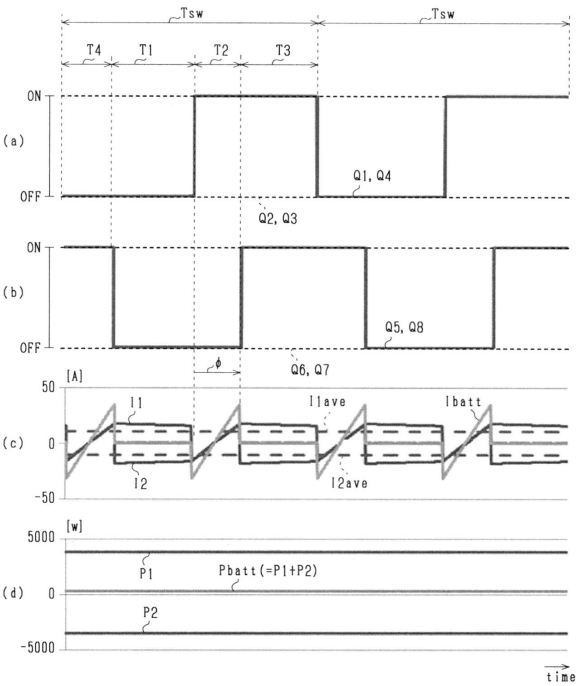
【図 1】



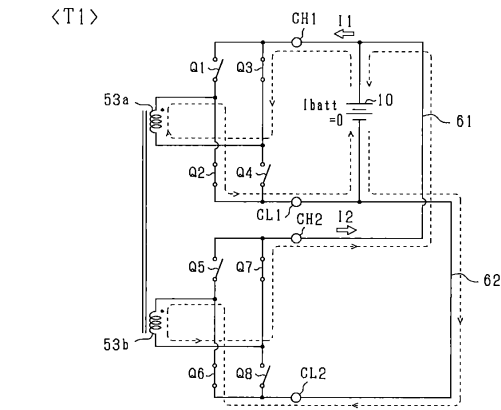
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

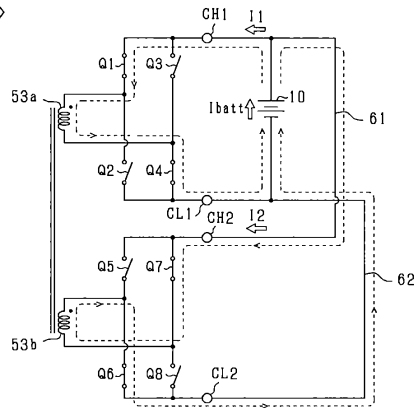
40

50



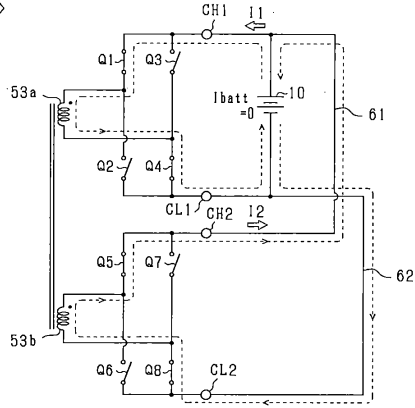
【図 5】

<T2>



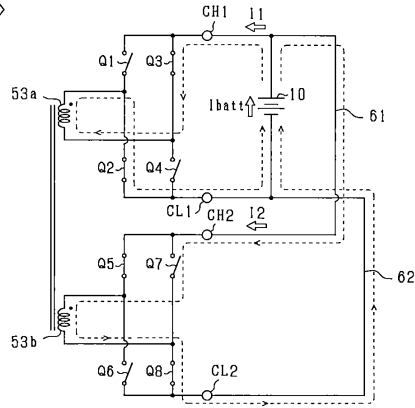
【図 6】

<T3>

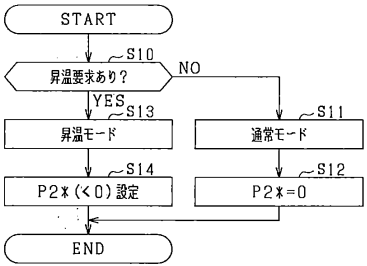


【図 7】

<T4>



【図 8】



10

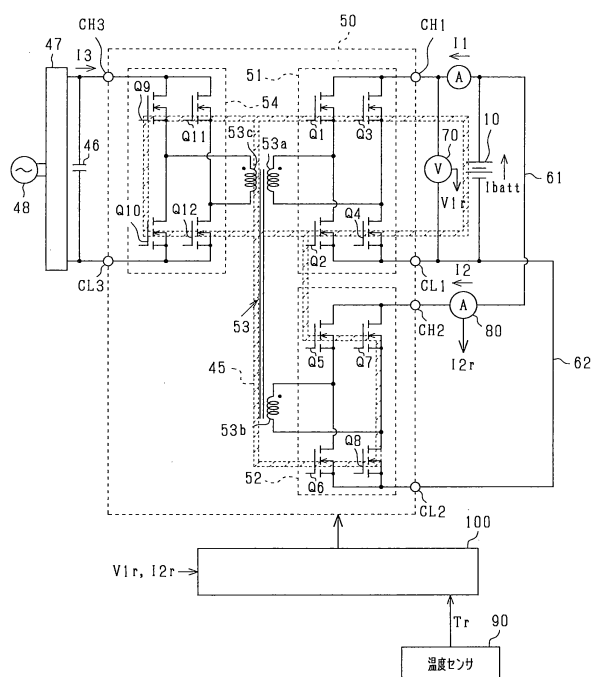
20

30

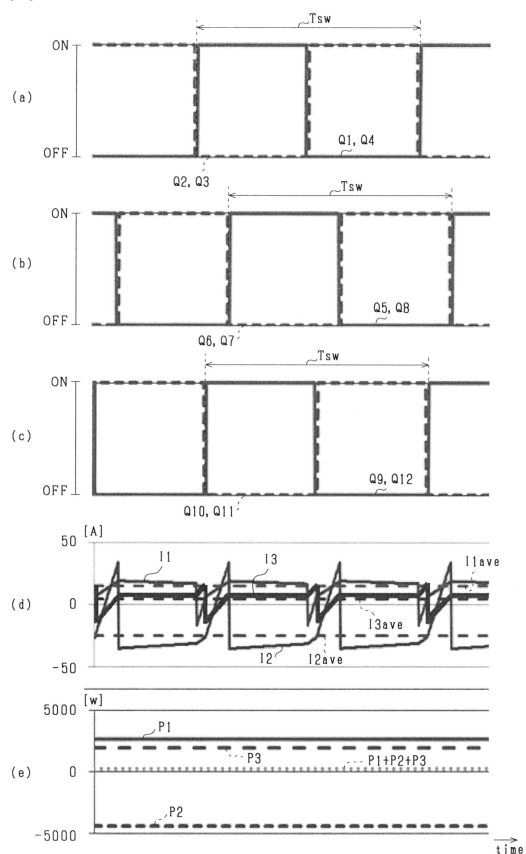
40

50

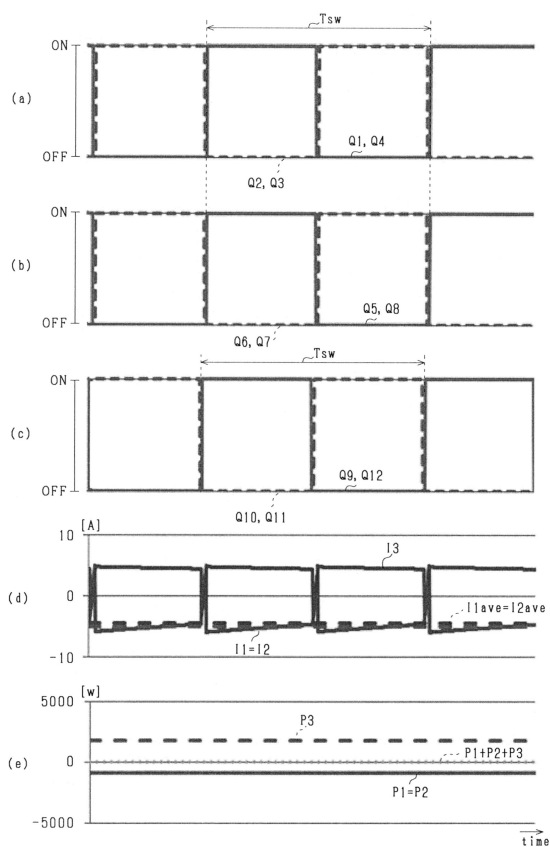
【 図 9 】



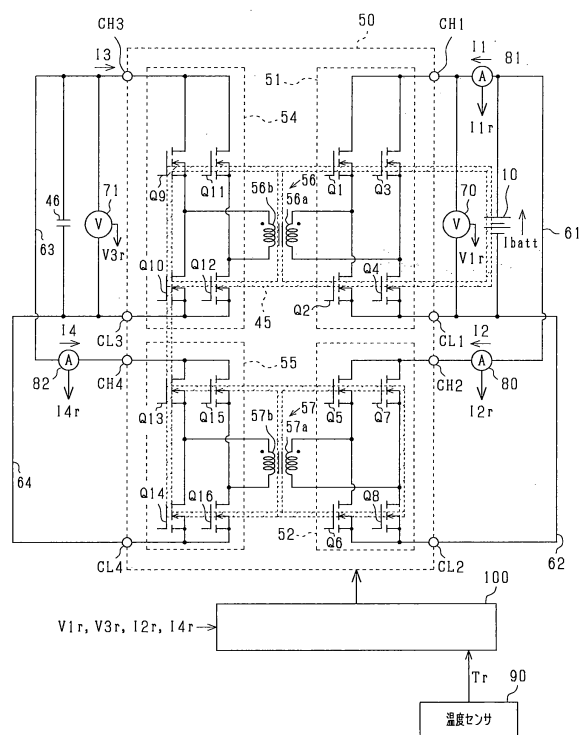
【 図 1 0 】



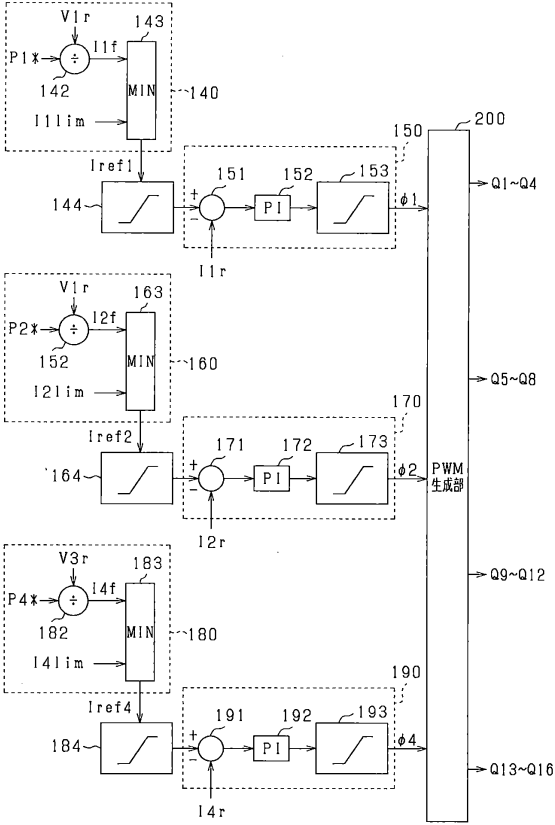
【 図 1 1 】



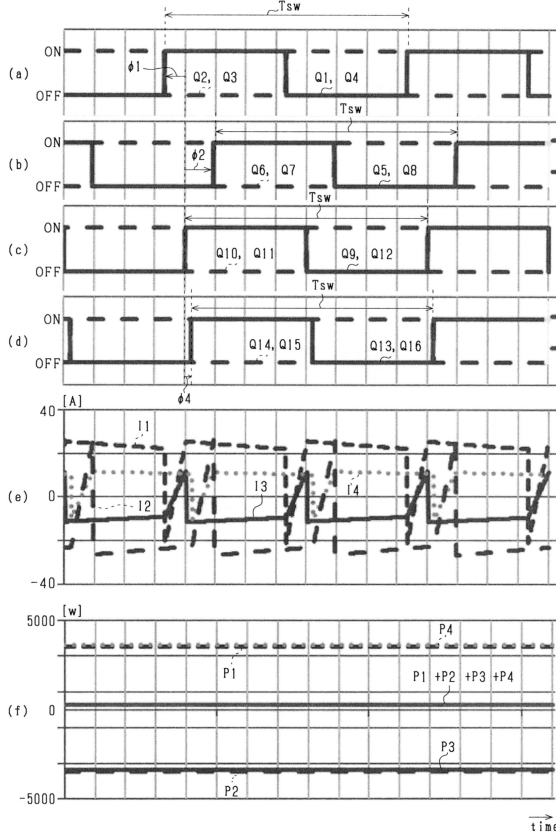
【圖 1 2】



【図 13】



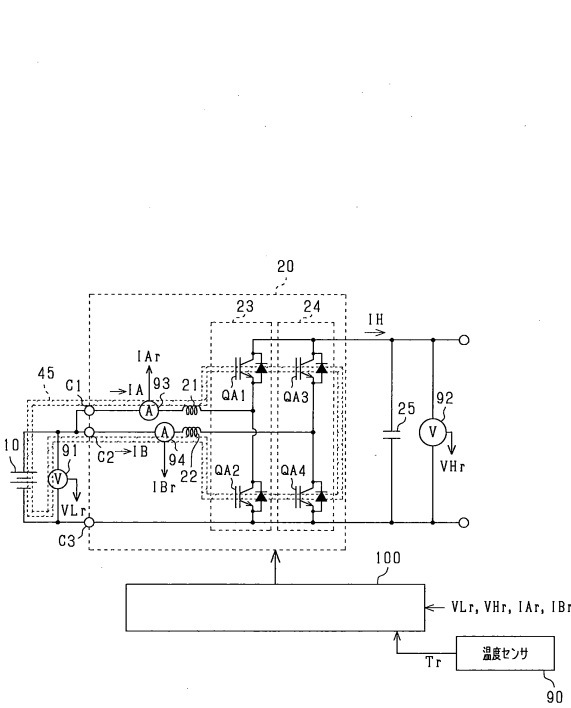
【図 14】



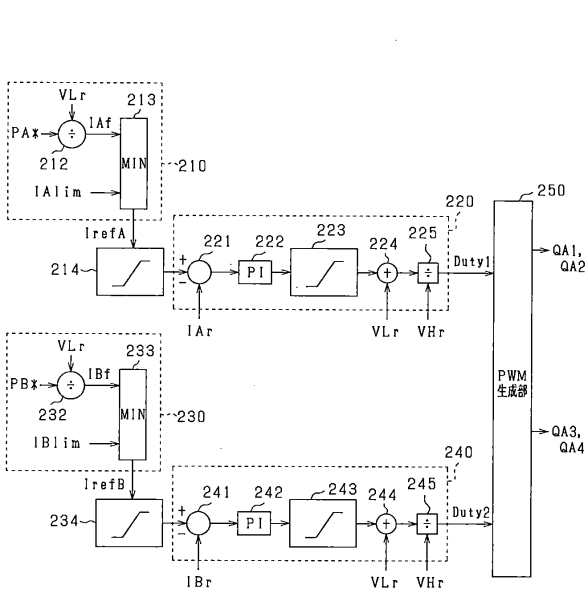
10

20

【図 15】



【図 16】

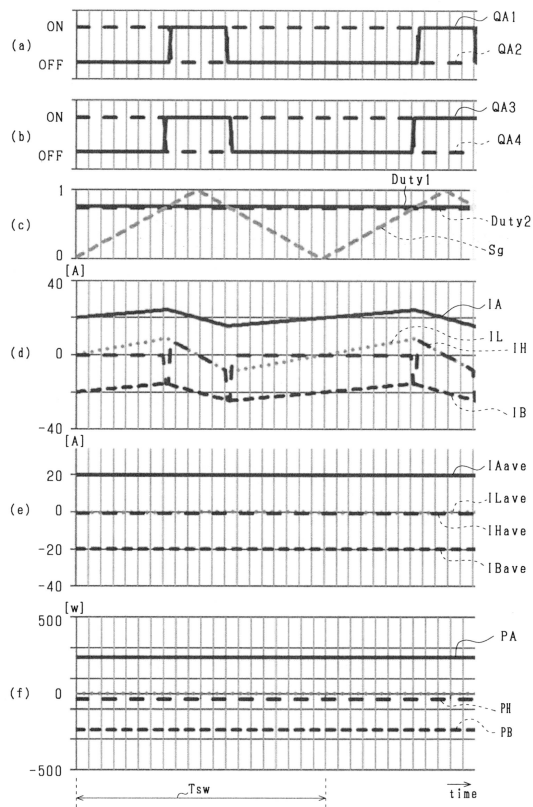


30

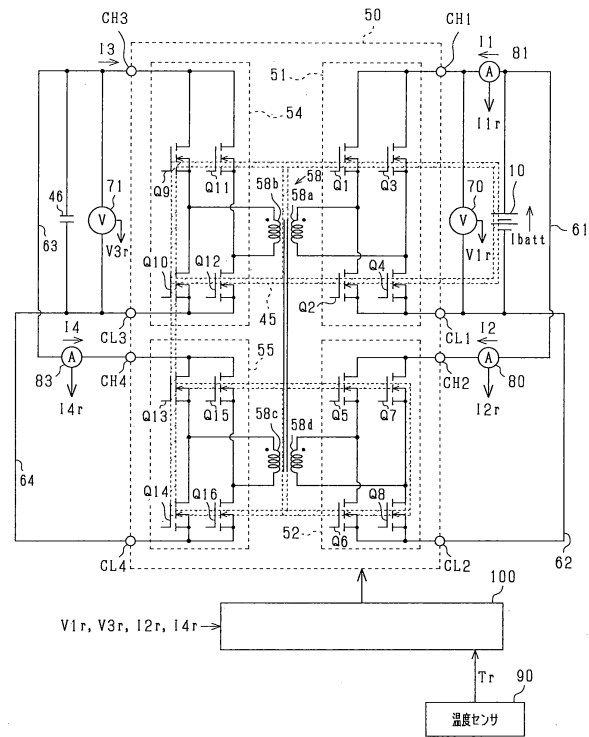
40

50

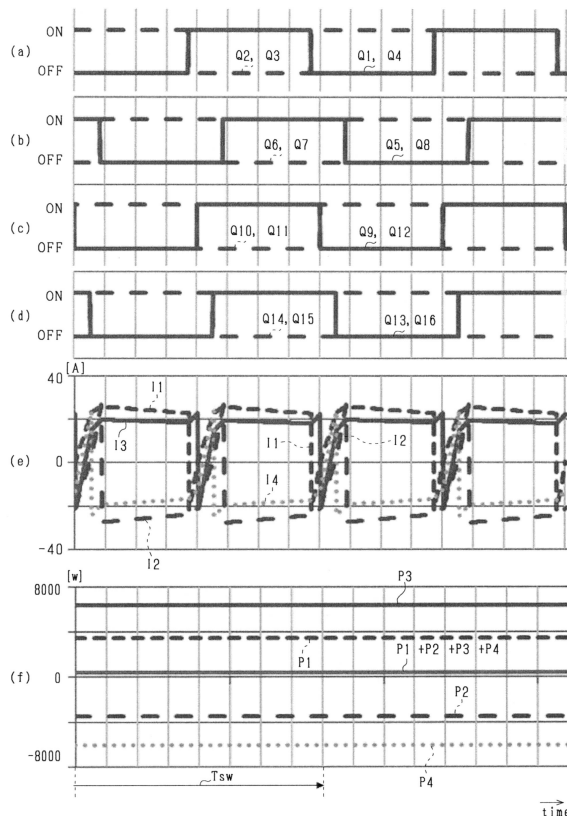
【図 17】



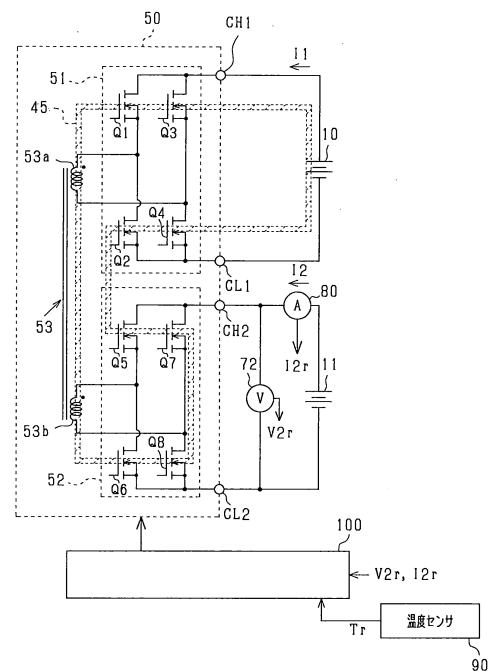
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

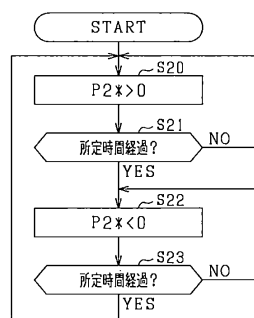
20

30

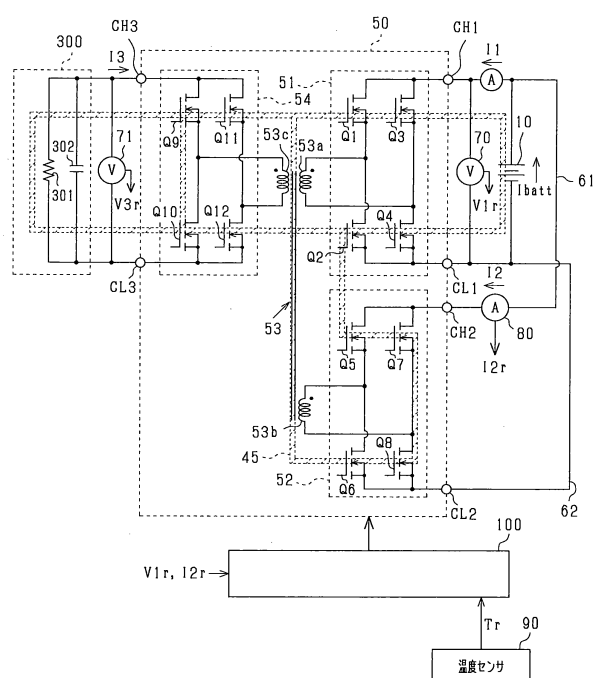
40

50

【图 2 1】



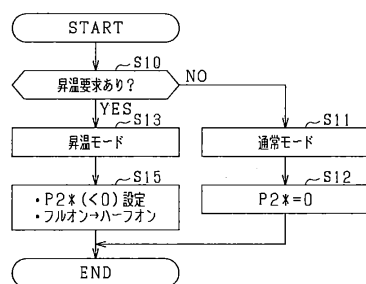
【 ㄨ 2 2 】



10

20

【圖 23】



30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

F I

H 0 2 J	7/00 (2006.01)	B 6 0 L	58/18	
H 0 1 M	10/615 (2014.01)	H 0 2 J	7/00	P
H 0 1 M	10/625 (2014.01)	H 0 1 M	10/615	
H 0 1 M	10/6563 (2014.01)	H 0 1 M	10/625	
H 0 1 M	10/6568 (2014.01)	H 0 1 M	10/6563	
H 0 1 M	10/6571 (2014.01)	H 0 1 M	10/6568	
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	H 0 1 M	10/6571	
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	10/44	P
		H 0 1 M	10/48	3 0 1

(72)発明者 小林 尚斗

愛知県日進市米野木町南山 5 0 0 番地 2 0 株式会社 S O K E N 内

(72)発明者 倉内 修司

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 半田 祐一

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

審査官 田中 慎太郎

## (56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 1 4 6 2 5 2 ( J P , A )

特開 2 0 1 4 - 2 6 8 1 4 ( J P , A )

特開 2 0 1 6 - 7 7 0 7 6 ( J P , A )

特開 2 0 1 5 - 2 2 0 9 4 9 ( J P , A )

特開 2 0 1 3 - 1 8 7 9 1 9 ( J P , A )

## (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 1 0 / 6 3 3

H 0 2 M 3 / 0 0

B 6 0 L 3 / 0 0

B 6 0 L 5 8 / 2 5

B 6 0 L 5 8 / 1 8

H 0 2 J 7 / 0 0

H 0 1 M 1 0 / 6 1 5

H 0 1 M 1 0 / 6 2 5

H 0 1 M 1 0 / 6 5 6 3

H 0 1 M 1 0 / 6 5 6 8

H 0 1 M 1 0 / 6 5 7 1

H 0 1 M 1 0 / 4 4

H 0 1 M 1 0 / 4 8