

(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

H 0 1 M	10/633 (2014.01)	F I	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500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(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、

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(C H 1, C L 1)、第2端子(C H 2, C L 2)、第3端子(C H 3, C L 3)
及び第4端子(C H 4, C L 4)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(C H 1, C L 1)、第2端子(C H 2, C L 2)、第3端子(C H 3, C L 3)
及び第4端子(C H 4, C L 4)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気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3451141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、

10

20

30

40

50

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。

【0005】

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】

【0006】

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。

【0007】

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。

【0008】

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。

【0009】

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】

【0010】

【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。

30

【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。

40

【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。

50

【図20】第6実施形態に係る電源システムの構成図。

【図21】昇温モード制御の処理手順を示すフローチャート。

【図22】第7実施形態に係る電源システムの構成図。

【図23】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。

20

【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の電機子巻線が電気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CH2及び第2低電位側端子CL2が第2端子に相当する。

【0018】

電力変換回路50は、第1コイル53a及び第2コイル53bを有するトランス53を備えている。第1コイル53aの第1端には、第1スイッチQ1のソース及び第2スイッチQ2のドレインが接続され、第1コイル53aの第2端には、第3スイッチQ3のソース及び第4スイッチQ4のドレインが接続されている。第2コイル53bの第1端には、第5スイッチQ5のソース及び第6スイッチQ6のドレインが接続され、第2コイル53bの第2端には、第7スイッチQ7のソース及び第8スイッチQ8のドレインが接続されている。

【0019】

第1コイル53aと第2コイル53bとは、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2コイル53b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2コイル53b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。

10

【0020】

電力変換回路50は、高電位側電気経路61と低電位側電気経路62とを備えている。高電位側電気経路61は、第1高電位側端子CH1と第2高電位側端子CH2とを接続し、低電位側電気経路62は、第1低電位側端子CL1と第2低電位側端子CL2とを接続している。高電位側電気経路61には、蓄電池10の正極端子が接続され、低電位側電気経路62には、蓄電池10の負極端子が接続されている。

20

【0021】

電源システムは、熱伝達部45を備えている。本実施形態において、熱伝達部45は、第1～第8スイッチQ1～Q8、トランス53及び蓄電池10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45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40及び蓄電池10のうち少なくとも1つである。

【0022】

熱伝達部45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45としては、これ以外にも例えば、冷却流体として液体（空気）が用いられるものであってもよい。また、熱伝達部45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。

30

【0023】

電源システムは、電圧センサ70、電流センサ80及び温度センサ90を備えている。電圧センサ70は、蓄電池10の端子間電圧を検出し、電流センサ80は、高電位側電気経路61に流れる電流を検出する。温度センサ90は、昇温対象要素の温度を検出する。電圧センサ70、電流センサ80及び温度センサ90の検出値は、電源システムが備える制御部100に入力される。

【0024】

制御部100は、DCDCコンバータ20、インバータ30及び電力変換回路50の各スイッチQ1～Q8を制御する。

40

【0025】

続いて、図2を用いて、制御部100が実施する昇温モード制御について説明する。

【0026】

制御部100は、指令電流設定部110を備えている。指令電流設定部110は、指令電力制限部111、電流算出部112及び最小値選択部113を備えている。指令電力制限部111は、温度センサ90の検出温度Trに基づいて、入力された指令電力P2*を上限制限値Plimで制限する。本実施形態では、指令電力P2*が正の場合、蓄電池10の出力電力が、第1フルブリッジ回路51、トランス53、第2フルブリッジ回路52及

50

び各電気経路 61, 62 を介して蓄電池 10 に再度戻るような制御が実施される。一方、指令電力 P2* が負の場合、蓄電池 10 の出力電力が、各電気経路 61, 62、第 2 フルブリッジ回路 52、トランス 53 及び第 1 フルブリッジ回路 51 を介して蓄電池 10 に再度戻るような制御が実施される。

【0027】

指令電力制限部 111 は、入力された指令電力 P2* が上限制限値 P1im を超える場合、指令電力 P2* として上限制限値 P1im と同じ値を出力する。一方、指令電力制限部 111 は、入力された指令電力 P2* が上限制限値 P1im 以下の場合、入力された指令電力 P2* をそのまま出力する。

【0028】

指令電力制限部 111 は、検出温度 Tr が低いほど、上限制限値 P1im を大きく設定する。つまり、検出温度 Tr 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 P2* を大きくしたとしても、電力変換回路 50 等の温度が過度に上昇しないと考えられる。

10

【0029】

電流算出部 112 は、指令電力制限部 111 から出力された指令電力 P2* を、電圧センサ 70 の検出電圧である電源電圧 V1r で除算することにより、第 2 高電位側端子 CH2 に流す指令電流 I2f を算出する。指令電流 I2f は、その符号が正の場合、高電位側電気経路 61 から第 2 高電位側端子 CH2 に向かう方向に電流が流れることを示し、負の場合、第 2 高電位側端子 CH2 から高電位側電気経路 61 に向かう方向に電流が流れることを示す。

20

【0030】

最小値選択部 113 は、電流算出部 112 により算出された指令電流 I2f と、電流制限値 I2lim とのうち小さい方を最終的な指令電流 Iref2 として選択する。電流制限値 I2lim 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。

【0031】

最小値選択部 113 から出力された指令電流 Iref2 は、リミッタ 114 により上限値又は下限値が制限される。

【0032】

制御部 100 は、電流制御器 120 を備えている。電流制御器 120 は、電流偏差算出部 121、フィードバック制御部 122 及びリミッタ 123 を備えている。電流偏差算出部 121 は、リミッタ 114 から出力された指令電流 Iref2 から、電流センサ 80 の検出電流 I2r を減算することにより、電流偏差 I2 を算出する。

30

【0033】

フィードバック制御部 122 は、算出された電流偏差 I2 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 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 については、後述する。

【0034】

なお、フィードバック制御部 122 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。

40

【0035】

フィードバック制御部 122 により算出された指令位相 は、リミッタ 123 により上限値又は下限値が制限され、PWM 生成部 130 に入力される。

【0036】

PWM 生成部 130 は、指令位相 に基づいて、各スイッチ Q1 ~ Q8 の駆動信号を生成して各スイッチ Q1 ~ Q8 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 Q1 ~ Q8 の駆動状態について説明する。図 3 (a) は、第 1 ~ 第 4 スイッチ Q1 ~ Q4 の駆動状態の推移を示し、図 3 (b) は、第 5 ~ 第 8 スイッチ Q5 ~ Q8 の駆動状態の推移を示す。

【0037】

50

第1スイッチQ1と第4スイッチQ4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Q2と第3スイッチQ3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Q1，Q4の組と、第2，第3スイッチQ2，Q3の組とは、交互にオンされる。

【0038】

第5スイッチQ5と第8スイッチQ8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Q6と第7スイッチQ7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Q5，Q8の組と、第6，第7スイッチQ6，Q7の組とは、交互にオンされる。

10

【0039】

各スイッチQ1～Q8の1スイッチング周期Tswは、互いに同じである。第1，第4スイッチQ1，Q4のオンへの切り替えタイミングと、第6，第7スイッチQ6，Q7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Q1，Q4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Q6，Q7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。

【0040】

ちなみに、図3では、1スイッチング周期Tswを360°とする場合、各スイッチQ1～Q8のオン期間が180°とされていたがこれに限らず、オン期間が、0°よりも大きくてかつ180°よりも小さくされていてもよい。

20

【0041】

本実施形態では、1スイッチング周期Tswにおいて、第1～第4期間T1～T4が出現する。第1期間T1は、第2，第3，第6，第7スイッチQ2，Q3，Q6，Q7がオンされて、かつ、第1，第4，第5，第8スイッチQ1，Q4，Q5，Q8がオフされる期間である。第2期間T2は、第1，第4，第6，第7スイッチQ1，Q4，Q6，Q7がオンされて、かつ、第2，第3，第5，第8スイッチQ2，Q3，Q5，Q8がオフされる期間である。

30

【0042】

第3期間T3は、第1，第4，第5，第8スイッチQ1，Q4，Q5，Q8がオンされて、かつ、第2，第3，第6，第7スイッチQ2，Q3，Q6，Q7がオフされる期間である。第4期間T4は、第2，第3，第5，第8スイッチQ2，Q3，Q5，Q8がオンされて、かつ、第1，第4，第6，第7スイッチQ1，Q4，Q6，Q7がオフされる期間である。

【0043】

以下、図3～図7を用いつつ、各期間T1～T4について説明する。ここで、図3(c)は、第1電流I1、第2電流I2、及び蓄電池10に流れる電流である電池電流Ibatの推移を示す。第1電流I1は、第1高電位側端子CH1に流れる電流であり、第2電流I2は、第2高電位側端子CH2に流れる電流である。第1電流I1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I2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Ibat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I1の時間平均値I1aveと、第2電流I2の時間平均値I2aveとを破線にて示す。

40

【0044】

図3(d)は、第1電力P1、第2電力P2及び電池電力Pbatの推移を示す。第1電力P1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P2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Pbatは、第1電力P1

50

及び第2電力P2の合計値である。

【0045】

まず、図4を用いて、第1期間T1について説明する。

【0046】

第1期間T1においては、蓄電池10、第1高電位側端子CH1、第3スイッチQ3、第1コイル53a、第2スイッチQ2及び第1低電位側端子CL1を含む閉回路が形成される。これにより、第1電流I1は正の一一定値となる。

【0047】

一方、第1期間T1においては、第2コイル53b、第7スイッチQ7、第2高電位側端子CH2、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CL2及び第6スイッチQ6を含む閉回路が形成される。これにより、第2電流I2は、負となり、その絶対値が第1電流I1の絶対値と同じになる。このため、電池電流Ibattは0となる。

10

【0048】

続いて、図5を用いて、第2期間T2について説明する。なお、図5は、第2期間T2の後半における電流流通経路を示す。

【0049】

第1、第4スイッチQ1、Q4がオンに切り替えられ、第2、第3スイッチQ2、Q3がオフに切り替えられると、トランジスタ53の漏れインダクタンスにより、第1期間T1で第1コイル53aに流れている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Q1のボディダイオードを通じて第1高電位側端子CH1へと流れるため、第1電流I1が負の値となる。その後、第1電流I1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CH1、第1スイッチQ1、第1コイル53a、第4スイッチQ4及び第1低電位側端子CL1を含む閉回路に電流が流れれる。

20

【0050】

一方、第2コイル53b、第6スイッチQ6、第2低電位側端子CL2、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CH2及び第7スイッチQ7を含む閉回路が形成される。第2期間T2において、第2電流I2は、第1電流I1と同じ値となる。その結果、第2期間T2において、電池電流Ibattは、負の値から漸増し、その後、正の値となる。

30

【0051】

続いて、図6を用いて、第3期間T3について説明する。

【0052】

第5、第8スイッチQ5、Q8がオンに切り替えられ、第6、第7スイッチQ6、Q7がオフに切り替えられると、第1電流I1は正の一一定値となる。

【0053】

一方、第2コイル53b、第5スイッチQ5、第2高電位側端子CH2、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CL2及び第8スイッチQ8を含む閉回路が形成される。これにより、第2電流I2は、負となり、その絶対値が第1電流I1の絶対値と同じになる。このため、電池電流Ibattは0となる。

40

【0054】

続いて、図7を用いて、第4期間T4について説明する。なお、図7は、第4期間T4の後半における電流流通経路を示す。

【0055】

第2、第3スイッチQ2、Q3がオンに切り替えられ、第1、第4スイッチQ1、Q4がオフに切り替えられると、蓄電池10、第1高電位側端子CH1、第3スイッチQ3、第1コイル53a、第2スイッチQ2及び第1低電位側端子CL1を含む閉回路に電流が流れれる。第4期間T4における第1電流I1、第2電流I2及び電池電流Ibattの推移は、第2期間T2における推移と同様である。

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T₁～T₄において、電力変換回路50及び蓄電池10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10、各スイッチQ₁～Q₈及びトランジスト53で発生する。発生した熱は、熱伝達部45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100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S10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90の検出温度T_r、熱伝達部45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S10で否定判定した場合には、ステップS11に進み、通常モード制御を実施する。この場合、ステップS12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52の各スイッチQ₅～Q₈の駆動は停止される。

【 0 0 6 0 】

一方、ステップS10で肯定判定した場合には、ステップS13に進み、昇温モード制御を実施する。この場合、ステップS14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50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100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50等で発生する熱量が増大する。このため、電力変換回路50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ができる。

【 0 0 6 3 】

走行動力源となる回転電機40に接続されるインバータ30以外の電力変換回路50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40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 】

<第1実施形態の変形例>

- ・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よい。

【 0 0 6 5 】

- ・昇温モード制御において、蓄電池10から第1フルブリッジ回路51に向かう方向ではなく、蓄電池10から各電気経路61, 62を介して第2フルブリッジ回路52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 】

<第2実施形態>

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50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、効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Tsw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I1、第2電流I2、電池電流Ibatt及び第3電流I3の推移を示す。第3電流I3は、第3高電位側端子CH3に流れる電流である。第50

3電流I₃は、コンバータ47から第3高電位側端子C_H3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I₃の時間平均値I_{3ave}を破線にて示す。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I₃が正)となる。

【0075】

図10(e)は、第1電力P₁、第2電力P₂、第3電力P₃及び合計電力(=P₁+P₂+P₃)の推移を示す。第3電力P₃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Q₁₃～Q₁₆(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Q₁₃～Q₁₆は、NチャネルMOSFETである。第13スイッチQ₁₃及び第16スイッチQ₁₆のドレインには、電力変換回路50の第4高電位側端子C_H4が接続されている。第13スイッチQ₁₃のソースには、第14スイッチQ₁₄のドレインが接続され、第15スイッチQ₁₅のソースには、第16スイッチQ₁₆のドレインが接続されている。第14スイッチQ₁₄及び第16スイッチQ₁₆のソースには、電力変換回路50の第4低電位側端子C_L4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C_H4及び第4低電位側端子C_L4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Q₁のソース及び第2スイッチQ₂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Q₃のソース及び第4スイッチQ₄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2コイル56b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。

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57は、第3コイル57a及び第4コイル57bを備えている。第3コイル57aの第1端には、第5スイッチQ5のソース及び第6スイッチQ6のドレインが接続され、第3コイル57aの第2端には、第7スイッチQ7のソース及び第8スイッチQ8のドレインが接続されている。第4コイル57bの第1端には、第13スイッチQ13のソース及び第14スイッチQ14のドレインが接続され、第4コイル57bの第2端には、第15スイッチQ15のソース及び第16スイッチQ16のドレインが接続されている。

【 0 0 8 4 】

第3コイル57aと第4コイル57bとは、互いに磁気結合する。第3コイル57a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57b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61を第1高電位側電気経路と称し、低電位側電気経路62を第1低電位側電気経路と称すこととする。電力変換回路50は、第2高電位側電気経路63と、第2低電位側電気経路64とを備えている。第2高電位側電気経路63は、第3高電位側端子CH3と第4高電位側端子CH4とを接続し、第2低電位側電気経路64は、第3低電位側端子CL3と第4低電位側端子CL4とを接続している。第2高電位側電気経路63と第2低電位側電気経路64とは、コンデンサ46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61及び第1低電位側電気経路62が第1電気経路に相当し、第2高電位側電気経路63及び第2低電位側電気経路64が第2電気経路に相当する。

20

【 0 0 8 6 】

熱伝達部45は、さらに、第13～第16スイッチQ13～Q16と、第1トランス56と、第2トランス57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70を第1電圧センサ70と称し、電流センサ80を第1電流センサ80と称することとする。電源システムは、第2電圧センサ71、第2電流センサ81及び第3電流センサ82を備えている。第2電圧センサ71は、コンデンサ46の端子間電圧を検出する。第2電流センサ81は、第1高電位側端子CH1に流れる電流を検出し、第3電流センサ82は、第2高電位側電気経路63に流れる電流を検出する。第2電圧センサ71、第2電流センサ81及び第3電流センサ82の検出値は、制御部100に入力される。

30

【 0 0 8 8 】

続いて、図13を用いて、制御部100が実施する昇温モード制御について説明する。なお、図13では、指令電力制限部111の図示を省略している。

【 0 0 8 9 】

制御部100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14を用いて説明する。図14(a)～(c)は、先の図10(a)～(c)に対応し、図14(d)は、第13～第16スイッチQ13～Q16の駆動状態の推移を示す。

40

【 0 0 9 0 】

第13スイッチQ13と第16スイッチQ16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14スイッチQ14と第15スイッチQ15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13, 第16スイッチQ13, Q16の組と、第14, 第15スイッチQ14, Q15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Q1～Q16の1スイッチング周期Tswは、互いに同じである。

【 0 0 9 1 】

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と、第1, 第4スイッチQ1, Q4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トランジスタ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トランジスタ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トランジスタ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トランジスタ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

【 0 1 0 1 】

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_{2r} を減算することにより、第2電流偏差 I_2 を算出する。

【 0 1 0 2 】

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 θ_2 を算出する。算出された第2指令位相 θ_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に入力される。

10

【 0 1 0 3 】

制御部100は、第4指令位相 θ_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。

【 0 1 0 4 】

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。

20

【 0 1 0 5 】

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。

【 0 1 0 6 】

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。

30

【 0 1 0 7 】

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 θ_4 を算出する。算出された第4指令位相 θ_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に入力される。

【 0 1 0 8 】

PWM生成部200は、第1指令位相 θ_1 、第2指令位相 θ_2 及び第4指令位相 θ_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。

40

【 0 1 0 9 】

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。

【 0 1 1 0 】

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 ～ I_4 の推移を示す。第4電流

50

I₄は、第4高電位側端子C_H4に流れる電流である。第4電流I₄は、第2高電位側電気経路6₃から第4高電位側端子C_H4に向かう方向に流れる場合を正とする。

【0111】

図14(f)は、第1～第4電力P₁～P₄及び合計電力(=P₁+P₂+P₃+P₄)の推移を示す。第1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時間平均値であり、第2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時間平均値である。第3電力P₃は、第3フルブリッジ回路5₄と第1トランス5₆との間で伝達される電力の時間平均値であり、第4電力P₄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5₀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4₅に吸収される。

10

【0112】

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。

【0113】

<第3実施形態の変形例>

図12に示す各フルブリッジ回路5₁, 5₂, 5₄, 5₅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。

【0114】

<第4実施形態>

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15に示すD C D Cコンバータ2₀に昇温モード制御を適用する。図15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。

20

【0115】

D C D Cコンバータ2₀の第1端子C₁及び第2端子C₂には、蓄電池1₀の正極端子が接続され、第3端子C₃には、蓄電池1₀の負極端子が接続されている。

【0116】

D C D Cコンバータ2₀は、第1リアクトル2₁、第2リアクトル2₂、第1ブリッジ回路2₃、第2ブリッジ回路2₄及びコンデンサ2₅を備えている。第1ブリッジ回路2₃は、第1上アームスイッチQ A₁及び第1下アームスイッチQ A₂の直列接続体を備えている。第2ブリッジ回路2₄は、第2上アームスイッチQ A₃及び第2下アームスイッチQ A₄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 A₁～Q A₄は、IGBTである。

30

【0117】

第1リアクトル2₁の第1端には、第1端子C₁が接続され、第1リアクトル2₁の第2端には、第1上アームスイッチQ A₁のエミッタ及び第1下アームスイッチQ A₂のコレクタが接続されている。第2リアクトル2₂の第1端には、第2端子C₂が接続され、第2リアクトル2₂の第2端には、第2上アームスイッチQ A₃のエミッタ及び第2下アームスイッチQ A₄のコレクタが接続されている。

40

【0118】

第1上アームスイッチQ A₁及び第2上アームスイッチQ A₃のコレクタには、コンデンサ2₅の第1端が接続されている。第1下アームスイッチQ A₂及び第2下アームスイッチQ A₄のエミッタには、コンデンサ2₅の第2端と、第3端子C₃とが接続されている。

【0119】

熱伝達部4₅は、さらに、第1リアクトル2₁、第2リアクトル2₂及び各スイッチQ A₁～Q A₄を熱交換対象要素とする。

【0120】

電源システムは、入力側電圧センサ9₁、出力側電圧センサ9₂、第1リアクトル電流センサ9₃及び第2リアクトル電流センサ9₄を備えている。入力側電圧センサ9₁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 L r 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 A f 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 】

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 L r に代えて、電圧センサ 7 0 の検出電圧 V 1 r が用いられてもよい。

20

【 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 A f と、過電流保護のための第 1 電流制限値 I A l i m とのうち、小さい方を最終的な第 1 指令電流 I r e f A 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 r e f A 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 r e f A から、第 1 リアクトル電流センサ 9 3 の検出電流 I A r 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 L r を加算する。

【 0 1 2 7 】

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 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 1 デューティ D u t y 1 を算出する。第 1 デューティ D u t y 1 は、1 スイッチング周期 T c s w に対する第 1 上アームスイッチ Q A 1 のオン期間 T o n 1 の比率 (= T o n 1 / T c s w) を定める値である。

40

【 0 1 2 8 】

P W M 生成部 2 5 0 は、第 1 デューティ D u t y 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 A 1 , Q A 2 の駆動信号を生成して第 1 上 , 下アームスイッチ Q A 1 , Q A 2 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 A 1 と第 1 下アームスイッチ Q A 2 とは交互にオンされる。

50

【0129】

制御部100は、第2指令電流設定部230及び第2電流制御器240を備えている。第2指令電流設定部230は、第2電流算出部232及び第2最小値選択部233を備えている。第2電流算出部232は、入力された第2指令電力P_{B*}を、入力側電圧センサ91の検出電圧V_{Lr}で除算することにより、第2リアクトル22に流す第2指令電流I_{Bf}を算出する。第2指令電力P_{B*}は、第2端子C2と第2ブリッジ回路24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C2から第2ブリッジ回路24へと電力が伝達される。

【0130】

第2最小値選択部233は、第2電流算出部232により算出された第2指令電流I_{Bf}と、過電流保護のための第2電流制限値I_{Blim}とのうち、小さい方を最終的な第2指令電流I_{refB}として選択する。第2最小値選択部233から出力された第2指令電流I_{refB}は、リミッタ234により上限値又は下限値が制限される。

10

【0131】

第2電流制御器240は、第2電流偏差算出部241、第2フィードバック制御部242、第2リミッタ243、第2加算部244及び第2デューティ算出部245を備えている。第2電流偏差算出部241は、リミッタ234から出力された第2指令電流I_{refB}から、第2リアクトル電流センサ94の検出電流I_{Br}を減算することにより、第2電流偏差I_Bを算出する。

【0132】

第2フィードバック制御部242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V₂を算出する。算出された第2電圧V₂は、第2リミッタ243により上限値又は下限値が制限され、第2加算部244に入力される。第2加算部244は、第2リミッタ243から出力された第2電圧V₂に、入力側電圧センサ91の検出電圧V_{Lr}を加算する。

20

【0133】

第2デューティ算出部245は、第2加算部244により算出された「V₂ + V_{Lr}」を出力側電圧センサ92の検出電圧V_{Hr}で除算することにより、第2デューティDuty₂を算出する。第2デューティDuty₁は、1スイッチング周期T_{cs}wに対する第2上アームスイッチQA3のオン期間T_{on}₂の比率(=T_{on}₂/T_{cs}w)を定める値である。

30

【0134】

PWM生成部250は、第2デューティDuty₂とキャリア信号Sgとの大小比較に基づいて、第2上、下アームスイッチQA3、QA4の駆動信号を生成して第2上、下アームスイッチQA3、QA4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QA3と第2下アームスイッチQA4とは交互にオンされる。

【0135】

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10の出力電力が、第1リアクトル21、第1上アームスイッチQA1、第2上アームスイッチQA3、第2リアクトル22を含む経路を循環するようになる。

40

【0136】

図17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17(a)は、第1上、下アームスイッチQA1、QA2の駆動状態の推移を示し、図17(b)は、第2上、下アームスイッチQA3、QA4の駆動状態の推移を示す。図17(c)は、第1、第2デューティDuty₁、Duty₂及びキャリア信号Sgの推移を示す。図17(d)は、第1、第2リアクトル21、22に流れる電流I_A、I_B、蓄電池10からDCDCコンバータ20に流れる電流I_L、及びDCDCコンバータ20から出力される電流I_Hの推移を示す。図17(e)は、各電流I_A、I_B、I_L、I_Hの時間平均値I_{Aave}

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 B 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プロック図は、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。

【0147】

第2蓄電池11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。

【0148】

第2高電位側端子CH2には、第2蓄電池11の正極端子が接続され、第2低電位側端子CL2には、第2蓄電池11の負極端子が接続されている。

【0149】

電源システムは、電圧センサ72を備えている。電圧センサ72は、第2蓄電池11の端子間電圧を検出する。電圧センサ72の検出値は、制御部100に入力される。

10

【0150】

図21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。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。

【0151】

ステップS20では、指令電力P2*を正の値に設定する。指令電力P2*は、トランス53を介して第1フルブリッジ回路51と第2フルブリッジ回路52との間で伝達される電力の指令値である。指令電力P2*が正の場合、第1フルブリッジ回路51からトランス53を介して第2フルブリッジ回路52に電力が伝達される。電圧センサ72の検出電圧V2r及び電流センサ80の検出電流I2rの乗算値が指令電力P2*に追従するよう各スイッチQ1～Q8をオンオフ制御する。

20

【0152】

ステップS21では、指令電力P2*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S21で所定時間経過したと判定した場合には、ステップS22に進み、指令電力P2*を負の値に切り替える。本実施形態では、ステップS22で設定する指令電力P2*の絶対値と、ステップS20で設定する指令電力P2*の絶対値とが同じ値である。

【0153】

ステップS23では、指令電力P2*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S23で所定時間経過したと判定した場合には、ステップS20に移行し、指令電力P2*を正の値に切り替える。そして、電圧センサ72の検出電圧V2r及び電流センサ80の検出電流I2rの乗算値が指令電力P2*に追従するように、各スイッチQ1～Q8をオンオフ制御する。

30

【0154】

以上説明した本実施形態によれば、第1蓄電池10と充電と、第2蓄電池11の充電とが交互に実施されるように各スイッチQ1～Q8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。

【0155】

<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P2*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CL1に対する第1高電位側端子CH1の電位差や、第2高電位側端子CH2に対する第2低電位側端子CL2の電位差に基づいて符号を切り替えたり、各蓄電池10, 11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

【0156】

- ・図21のステップS20で設定される指令電力P2*の絶対値と、ステップS22で設定される指令電力P2*の絶対値とが異なっていてもよい。ステップS20で設定される指令電力P2*の絶対値を、ステップS22で設定される指令電力P2*の絶対値よりも大きくする場合、第1蓄電池10の出力電力により第2蓄電池11が充電される。一方、ステップS20で設定される指令電力P2*の絶対値を、ステップS22で設定される指令電力P2*の絶対値よりも小さくする場合、第2蓄電池11の出力電力により第1蓄電池10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 1 0 及び第 2 蓄電池 1 1 のうち一方から他方への充電も実施することができる。

【 0 1 5 7 】

・各蓄電池 1 0 , 1 1 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。

【 0 1 5 8 】

< 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 2 2 に示すように、電源システムは、発熱装置 3 0 0 を備えている。図 2 2 において、先の図 9 , 図 1 2 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。

10

【 0 1 5 9 】

発熱装置 3 0 0 は、抵抗体 3 0 1 及びコンデンサ 3 0 2 を備えている。抵抗体 3 0 1 及び コンデンサ 3 0 2 それぞれの第 1 端には、第 3 高電位側端子 C H 3 が接続され、第 2 端には、第 3 低電位側端子 C L 3 が接続されている。

【 0 1 6 0 】

発熱装置 3 0 0 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 4 5 に伝達する。本実施形態では、発熱装置 3 0 0 への給電に第 3 フルブリッジ回路 5 4 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 3 0 0 の通電制御が可能になっている。

20

【 0 1 6 1 】

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 3 0 0 により発生した熱も熱伝達部 4 5 に伝達することができる。

【 0 1 6 2 】

また、各スイッチ Q 1 ~ Q 1 2 等の熱交換対象要素と熱伝達部 4 5 との温度差が小さいと、熱交換対象要素から熱伝達部 4 5 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 3 0 0 によれば、上記温度差に影響されることなく、熱伝達部 4 5 に十分な熱を伝達することができる。

【 0 1 6 3 】

< 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 Q 1 ~ Q 8 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。

30

【 0 1 6 4 】

図 2 3 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。図 2 3 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。

【 0 1 6 5 】

ステップ S 1 3 の処理の完了後、ステップ S 1 5 に進み、各スイッチ Q 1 ~ Q 8 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ン電流とが関係付けられた出力特性において、ドレン及びソース間電圧の大きさにかかわらずドレン電流が略一定となる領域のことである。

40

【 0 1 6 6 】

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。

【 0 1 6 7 】

< 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。

【 0 1 6 8 】

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。

【0169】

・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もよい。

10

【符号の説明】

【0170】

10 ...蓄電池、50 ...電力変換回路、51 ...第1フルブリッジ回路、52 ...第2フルブリッジ回路、53 ...トランス、100 ...制御部。

20

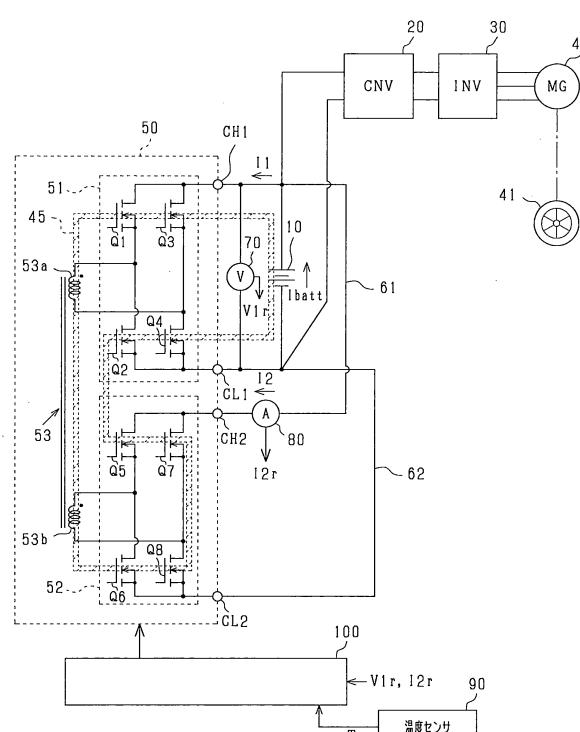
30

40

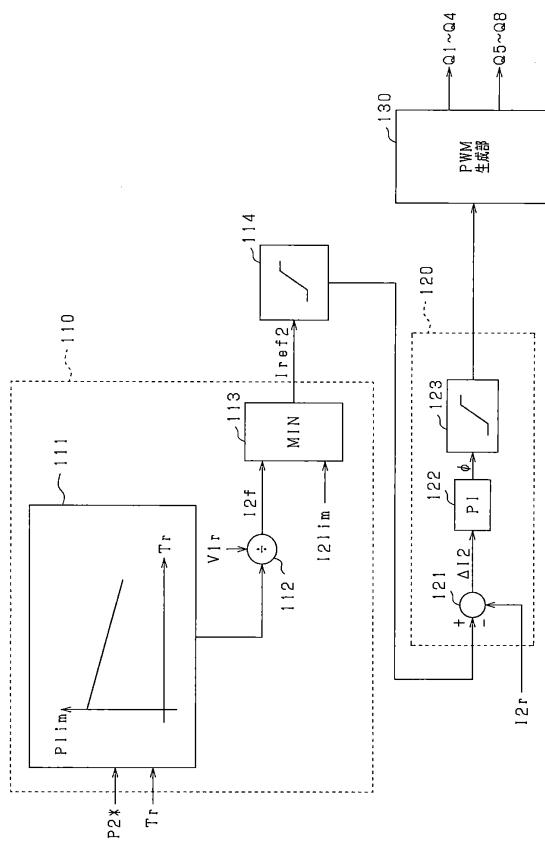
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



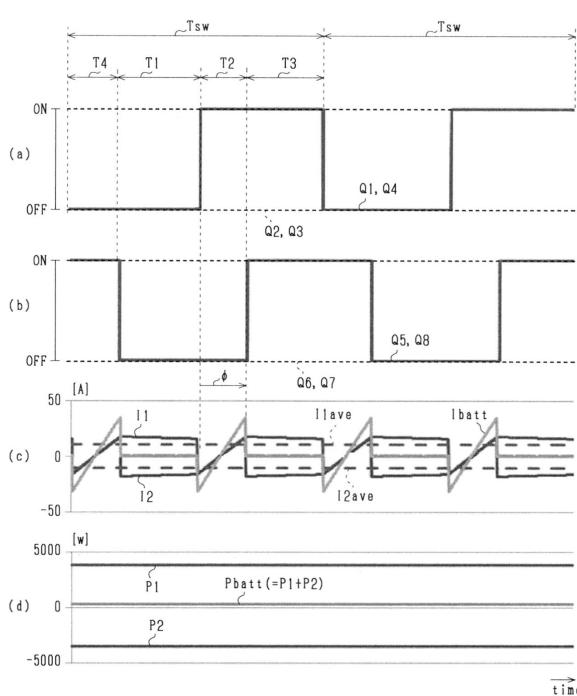
10

20

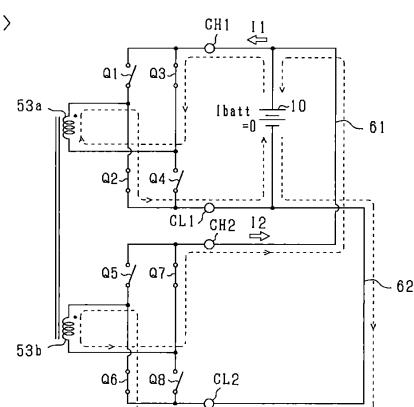
30

40

【図 3】

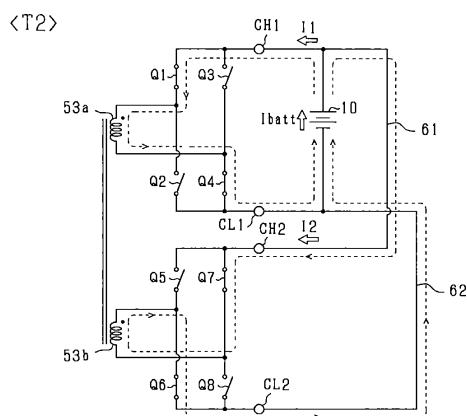


【図 4】

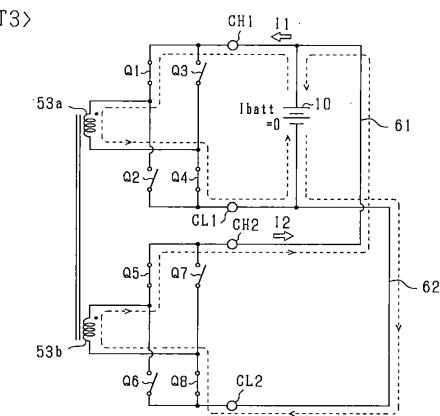


50

【図 5】

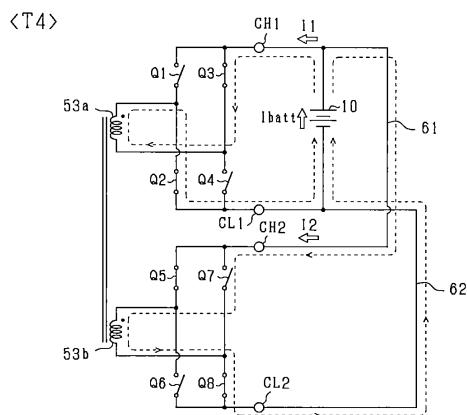


【図 6】

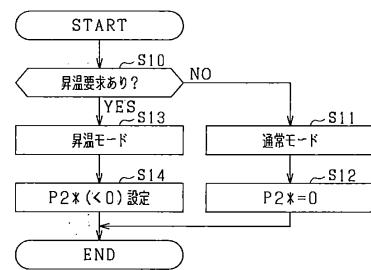


10

【図 7】



【図 8】



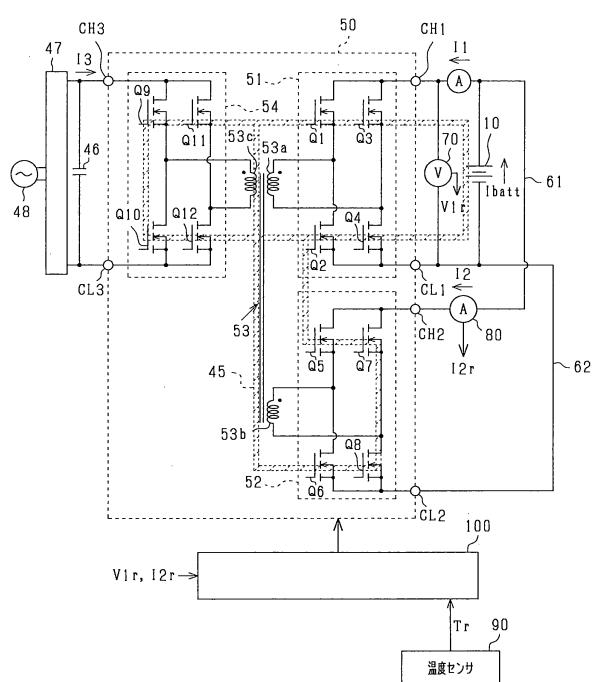
20

30

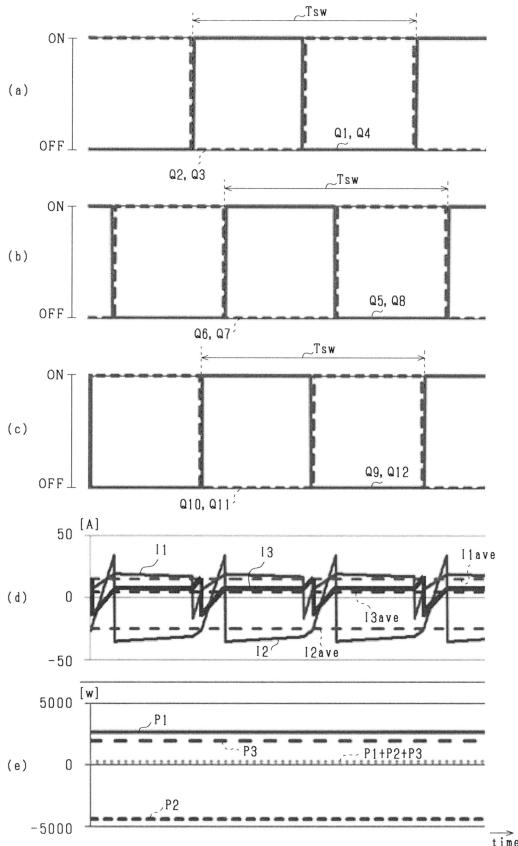
40

50

【図 9】



【図 10】



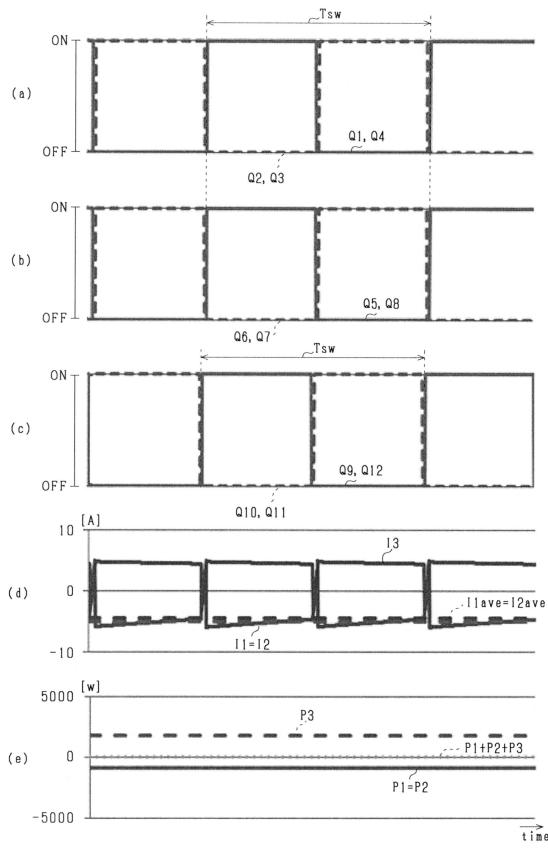
10

20

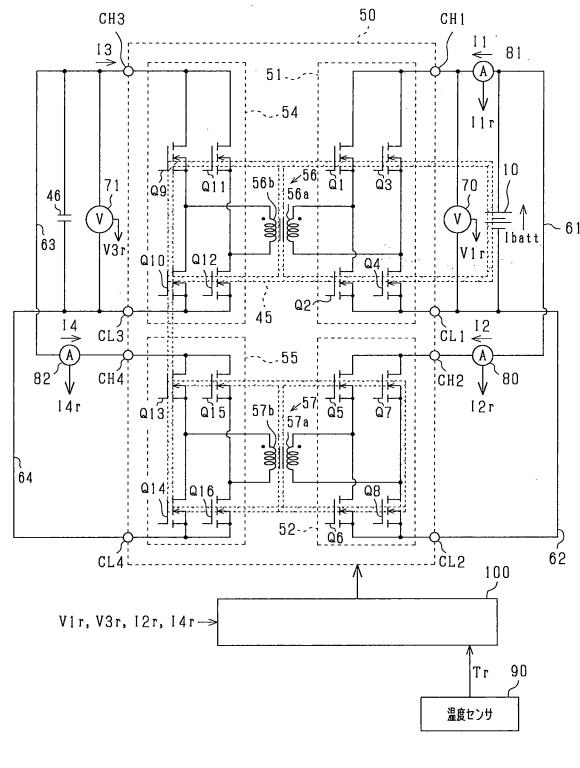
30

40

【図 11】

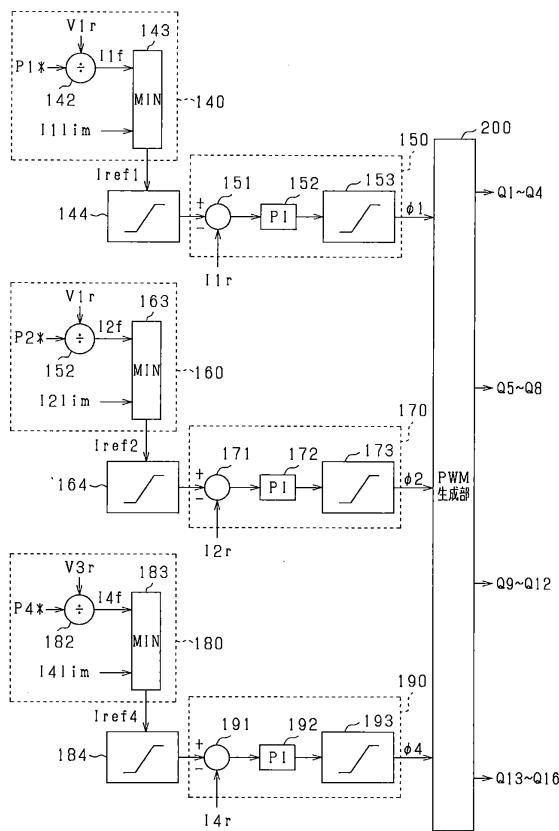


【図 12】

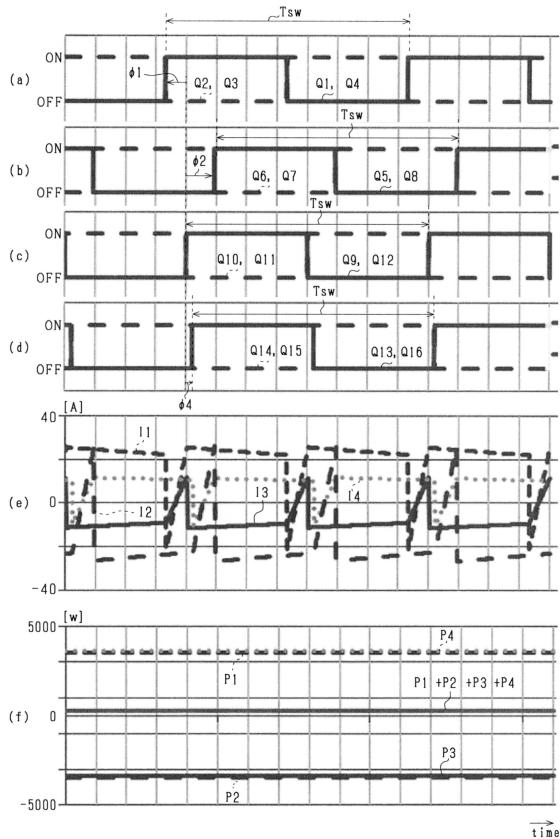


50

【図 1 3】



【図 1 4】



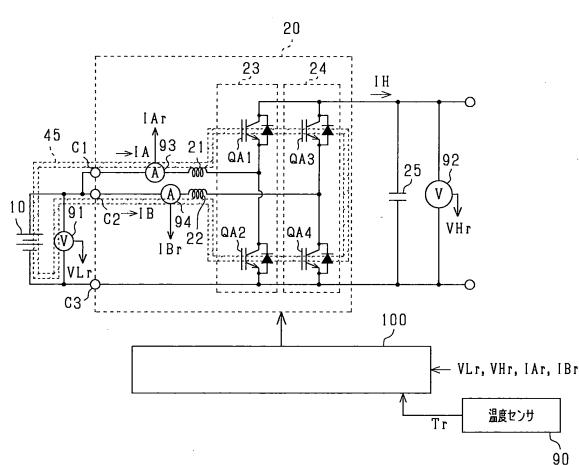
10

20

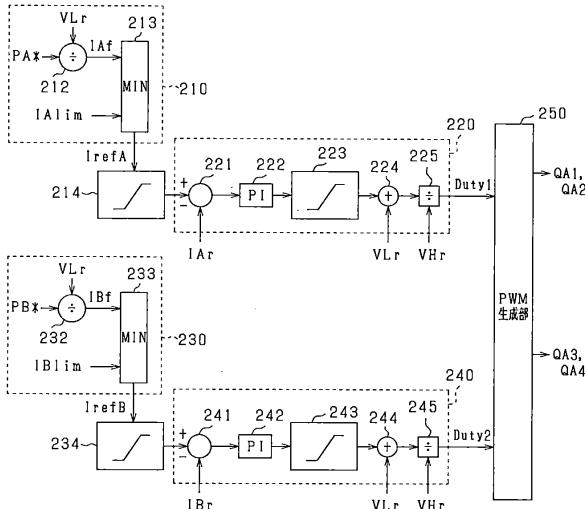
30

40

【図 1 5】

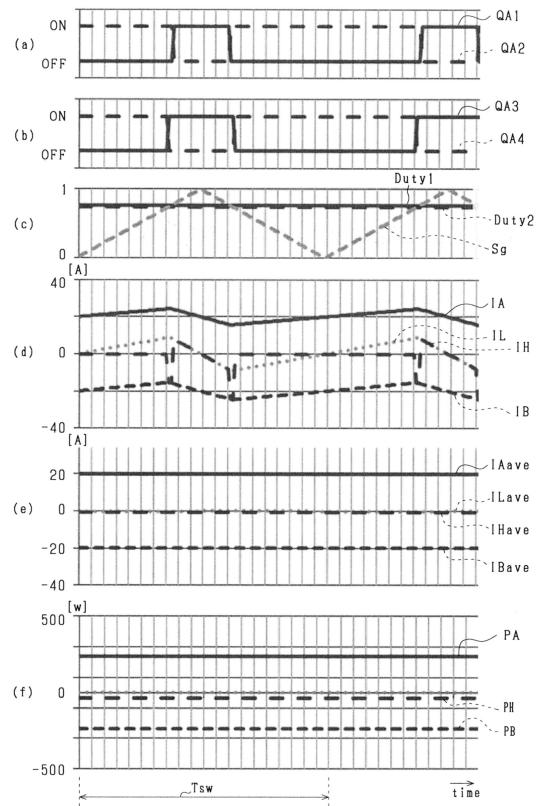


【図 1 6】

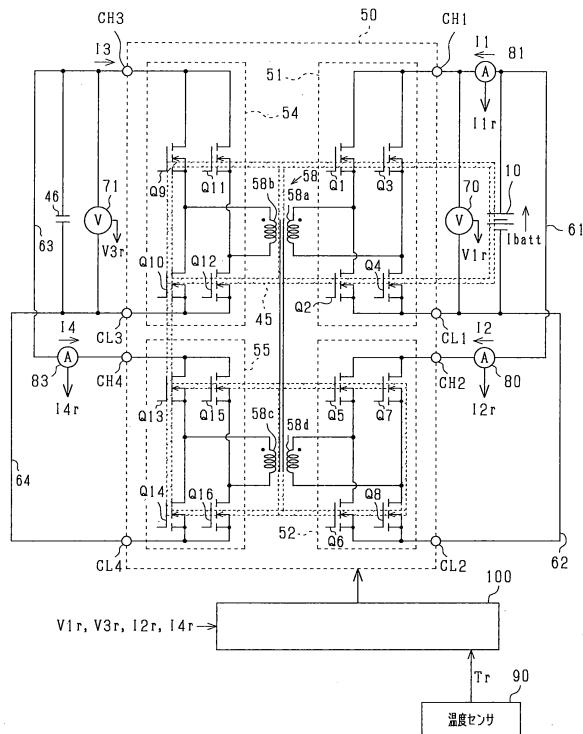


50

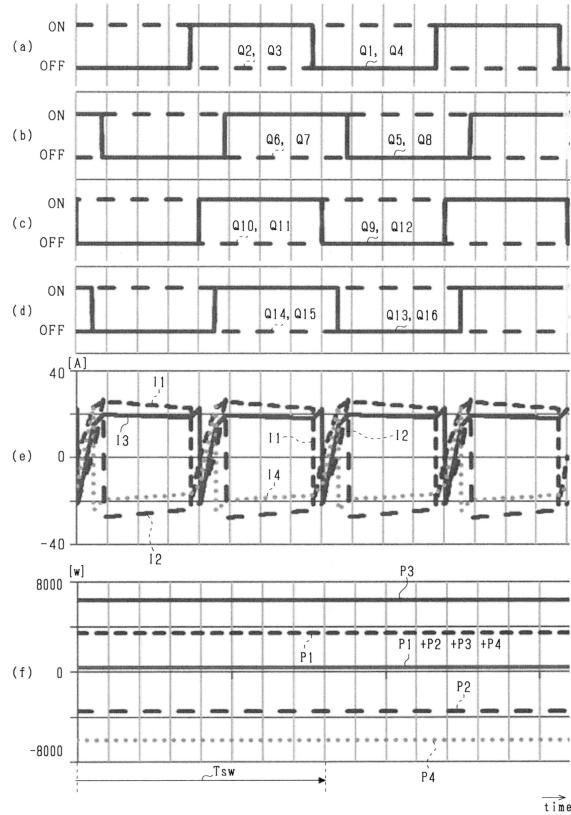
【図 17】



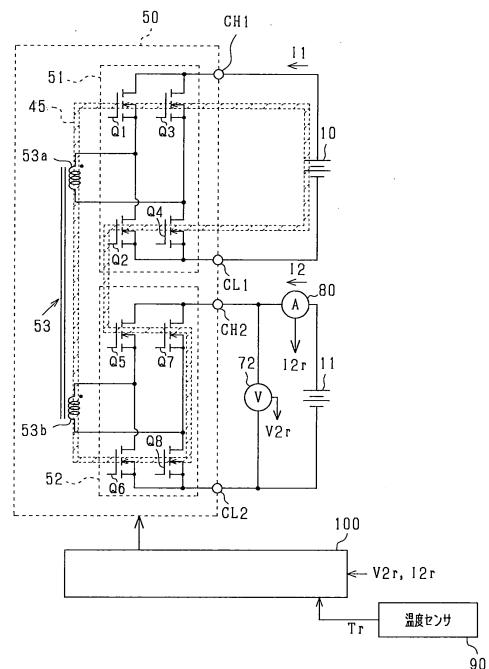
【 図 1 8 】



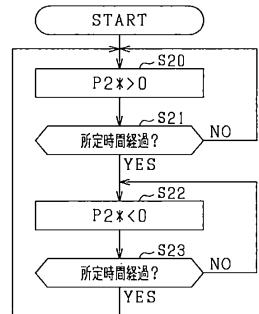
【図19】



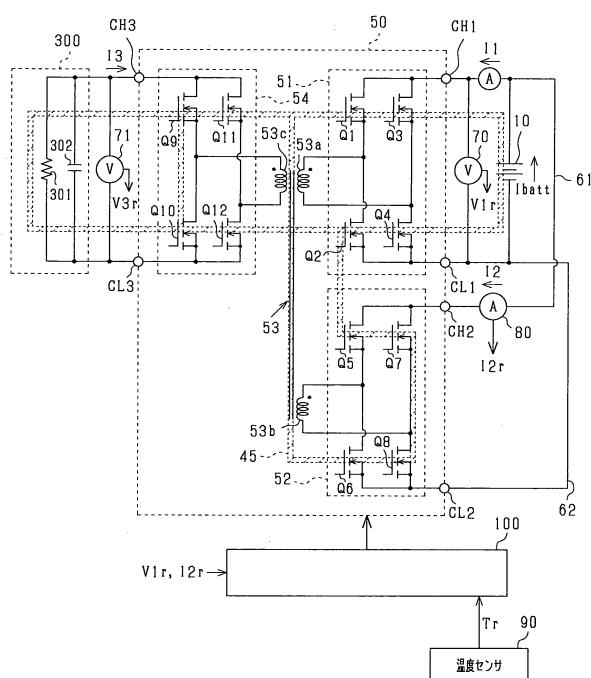
【図20】



【図 2 1】



【図 2 2】



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500番地20 株式会社SOKEN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2016-146252 (JP, A)
 特開2014-26814 (JP, A)
 特開2016-77076 (JP, A)
 特開2015-220949 (JP, A)
 特開2013-187919 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB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