

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6634045号  
(P6634045)

(45) 発行日 令和2年1月22日(2020.1.22)

(24) 登録日 令和1年12月20日(2019.12.20)

(51) Int.Cl.

F 1

HO2M 3/28 (2006.01)  
HO2J 1/10 (2006.01)HO2M 3/28  
HO2J 1/10

W

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2017-55071 (P2017-55071)  
 (22) 出願日 平成29年3月21日 (2017.3.21)  
 (65) 公開番号 特開2018-157737 (P2018-157737A)  
 (43) 公開日 平成30年10月4日 (2018.10.4)  
 審査請求日 平成31年3月7日 (2019.3.7)

(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  
 (73) 特許権者 000004695  
 株式会社SOKEN  
 愛知県日進市米野木町南山500番地20  
 (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】制御装置、制御システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

蓄電装置(50)からの入力電圧を降圧する第1DC/DCコンバータ(20)及び第2DC/DCコンバータ(30)を備え、前記第1DC/DCコンバータ及び第2DC/DCコンバータから共通の給電対象(55, 60)に出力電圧を供給する電力変換システム(90)に適用され、

前記入力電圧又は前記出力電圧を電圧パラメータとして取得する電圧取得部と、

前記給電対象に供給する負荷電流を取得する電流取得部と、

前記電圧パラメータ及び前記負荷電流に基づいて、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータの前記負荷電流に対する分担量を設定する分担設定部と、

前記分担量に基づいて、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータの動作を制御する動作制御部と、を備え、

前記第1DC/DCコンバータは、所定の前記電圧パラメータの範囲である第1範囲において、前記第2DC/DCコンバータよりも効率が高く、前記第2DC/DCコンバータは、前記第1範囲と異なる第2範囲において、前記第1DC/DCコンバータよりも効率が高く、

前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第1範囲に含まれる場合に、前記第1DC/DCコンバータの前記分担量を、前記第2DC/DCコンバータの前記分担量よりも多く設定し、前記電圧パラメータが前記第2範囲に含まれる場合に、前記第2DC/DCコンバータの前記分担量を、前記第1DC/DCコンバータの前記分担量よりも多く設定

10

20

し、

前記第1DC/DCコンバータは、所定の負荷閾値よりも小さい前記負荷電流を出力する場合に、前記第2DC/DCコンバータよりも効率が低く、

前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第1範囲に含まれ、かつ前記負荷電流が前記負荷閾値よりも小さい場合は、前記第1DC/DCコンバータを動作させない制御装置。

#### 【請求項2】

前記負荷電流が前記第1DC/DCコンバータの定格電流よりも小さい上限値未満であるか否かを判定する上限判定部を備え、

前記分担設定部は、前記上限判定部により前記負荷電流が前記上限値未満であると判定された場合に、前記第2DC/DCコンバータを動作させず、前記負荷電流が前記上限値以上と判定された場合に、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータのそれぞれの前記分担量を設定して前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータを動作させる請求項1に記載の制御装置。

#### 【請求項3】

蓄電装置(50)からの入力電圧を降圧する第1DC/DCコンバータ(20)及び第2DC/DCコンバータ(30)を備え、前記第1DC/DCコンバータ及び第2DC/DCコンバータから共通の給電対象(55, 60)に出力電圧を供給する電力変換システム(90)に適用され、

前記入力電圧又は前記出力電圧を電圧パラメータとして取得する電圧取得部と、

前記給電対象に供給する負荷電流を取得する電流取得部と、

前記電圧パラメータ及び前記負荷電流に基づいて、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータの前記負荷電流に対する分担量を設定する分担設定部と、

前記分担量に基づいて、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータの動作を制御する動作制御部と、を備え、

前記第1DC/DCコンバータは、所定の前記電圧パラメータの範囲である第1範囲において、前記第2DC/DCコンバータよりも効率が高く、前記第2DC/DCコンバータは、前記第1範囲と異なる第2範囲において、前記第1DC/DCコンバータよりも効率が高く、

前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第1範囲に含まれる場合に、前記第1DC/DCコンバータの前記分担量を、前記第2DC/DCコンバータの前記分担量よりも多く設定し、前記電圧パラメータが前記第2範囲に含まれる場合に、前記第2DC/DCコンバータの前記分担量を、前記第1DC/DCコンバータの前記分担量よりも多く設定し、

前記負荷電流が前記第1DC/DCコンバータの定格電流よりも小さい上限値未満であるか否かを判定する上限判定部を備え、

前記分担設定部は、前記上限判定部により前記負荷電流が前記上限値未満であると判定された場合に、前記第2DC/DCコンバータを動作させず、前記負荷電流が前記上限値以上と判定された場合に、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータのそれぞれの前記分担量を設定して前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータを動作させる制御装置。

#### 【請求項4】

前記電圧パラメータが前記第2範囲から前記第1範囲へ変化する際の前記第2DC/DCコンバータの効率の変化は、前記第1DC/DCコンバータの効率の変化よりも小さい、請求項1～3のいずれか一項に記載の制御装置。

#### 【請求項5】

前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第2範囲に含まれる場合に、前記第1DC/DCコンバータを動作させない、請求項1～4のいずれか一項に記載の制御装置。

#### 【請求項6】

前記分担設定部は、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータ

10

20

30

40

50

の前記分担量をそれぞれの定格電流を超えないよう設定する請求項 1, 4, 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の前記制御装置と、  
前記電力変換システムと、を備える制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

電力変換システムに適用される制御装置、並びに電力変換システム及び制御装置を備える制御システムに関する。 10

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、エンジンの回転により発電するオルタネータと、蓄電装置からの入力電圧を変圧する DC / DC コンバータとを備える電力変換システムが開示されている。 DC / DC コンバータは、入力電圧を変圧することで、出力電圧を生成し、給電対象に給電する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 95246 号公報 20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、共通の給電対象に給電する 2 つの DC / DC コンバータを備える電力変換システムが考えられる。このような電力変換システムにおいて、入力電圧又は出力電圧の変動に対応できるように、2 つの DC / DC コンバータに対して広い入力電圧範囲又は出力電圧範囲に対応できる特性を均等に備えさせることができることが考えられる。しかし、2 つの DC / DC コンバータに対して広い入力電圧範囲又は出力電圧範囲に対応できる特性を備えさせておくと、電力変換システムの効率が犠牲となる場合がある。

【0005】

本発明は上記課題を鑑みたものであり、システム全体での効率を犠牲にすることなく、入力電圧又は出力電圧の変動に対応することができる制御装置、及び制御装置を備える制御システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために本発明に係る制御装置は、蓄電装置からの入力電圧を降圧して出力する第 1 DC / DC コンバータ及び第 2 DC / DC コンバータと、を備え、前記第 1 DC / DC コンバータ及び第 2 DC / DC コンバータから共通の給電対象に出力電圧を供給する電力変換システムに適用される。制御装置は、入力電圧又は出力電圧を電圧パラメータとして取得する電圧取得部と、前記給電対象に供給する負荷電流を取得する電流取得部と、前記電圧パラメータ及び前記負荷電流に基づいて、前記第 1 DC / DC コンバータ及び前記第 2 DC / DC コンバータの前記負荷電流に対する分担量を設定する分担設定部と、前記分担量に基づいて、前記第 1 DC / DC コンバータ及び前記第 2 DC / DC コンバータの動作を制御する動作制御部と、を備える。 40

【0007】

DC / DC コンバータの効率は、入力電圧又は出力電圧と、負荷電流とに応じて変化する。そこで、上記構成では、入力電圧又は出力電圧である電圧パラメータと負荷電流とに基づいて、第 1 DC / DC コンバータと第 2 DC / DC コンバータとの負荷電流に対する分担量を設定する。そして、設定された分担量に基づいて、第 1 DC / DC コンバータと第 2 DC / DC コンバータとの動作を制御することとした。この場合、各 DC / DC コン 50

バータの効率を考慮して負荷電流の分担量が設定されることで、電力変換システム全体での効率を犠牲にすることなく、入力電圧又は出力電圧の変動に対応することができる。

#### 【0008】

第2の発明では、前記第1DC/DCコンバータは、所定の前記電圧パラメータの範囲である第1範囲において、前記第2DC/DCコンバータよりも効率が高い。また、前記第2DC/DCコンバータは、前記第1範囲と異なる第2範囲において、前記第1DC/DCコンバータよりも効率が高い。そして、前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第1範囲に含まれる場合に、前記第1DC/DCコンバータの前記分担量を、前記第2DC/DCコンバータの前記分担量よりも多く設定し、前記電圧パラメータが前記第2範囲に含まれる場合に、前記第2DC/DCコンバータの前記分担量を、前記第1DC/DCコンバータの前記分担量よりも多く設定する。  
10

#### 【0009】

上記構成により、変動後の電圧パラメータに応じて、第1，第2DC/DCコンバータのうち効率が高い方のDC/DCコンバータの分担量が、効率が低い方のDC/DCコンバータの分担量よりも多くなる。その結果、システム全体での効率の低下が抑制される。

#### 【0010】

第3の発明では、前記電圧パラメータが前記第2範囲から前記第1範囲へ変化する際の前記第2DC/DCコンバータの効率の変化が、前記第1DC/DCコンバータの効率の変化よりも小さい。

#### 【0011】

上記構成により、電圧パラメータが第1範囲に含まれる場合において、第2DC/DCコンバータを第1DC/DCコンバータに対して補助的に動作させる場合でも、第2DC/DCコンバータの効率が大きく低下しない。その結果、制御システム全体での効率の低下を抑制することができる。  
20

#### 【0012】

第4の発明では、前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第2範囲に含まれる場合に、前記第1DC/DCコンバータを動作させない。上記構成により、効率が低い第2範囲では、第1DC/DCを動作させないことで、システム全体での効率の低下を抑制することができる。

#### 【0013】

第5の発明では、前記第1DC/DCコンバータは、所定の負荷閾値よりも小さい負荷電流を出力する場合に、前記第2DC/DCコンバータよりも効率が低く、前記分担設定部は、前記電圧パラメータが前記第1範囲に含まれ、かつ前記負荷電流が前記負荷閾値よりも小さい場合は、前記第1DC/DCコンバータを動作させない。  
30

#### 【0014】

第1DC/DCコンバータの効率が第2DC/DCコンバータの効率よりも低くなる負荷電流範囲では、第1DC/DCコンバータを動作させる場合に第1DC/DCコンバータで発生する損失が、第2DC/DCコンバータを動作させる場合に第2DC/DCコンバータで発生する損失よりも大きくなる。そのため、上記構成では、第1範囲であっても、第1DC/DCコンバータの効率が低くなる負荷電流範囲では、第1DC/DCコンバータを動作させないこととした。その結果、システム全体での効率の低下を抑制することができる。  
40

#### 【0015】

第6の発明では、前記負荷電流が前記第1DC/DCコンバータの定格電流よりも小さい上限値未満であるか否かを判定する上限判定部を備え、前記分担設定部は、前記上限判定部により前記負荷電流が前記上限値より小さいと判定された場合に、前記第2DC/DCコンバータを動作させず、前記負荷電流が前記上限値以上と判定された場合に、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータのそれぞれの前記分担量を設定して前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータを動作させる。

#### 【0016】

第2DC/DCコンバータの動作が停止している状態から、第2DC/DCコンバータを起動して負荷電流を供給させる場合、第2DC/DCコンバータから負荷電流の供給が開始されるまでに時間を要する。そのため、給電対象に供給すべき負荷電流が急増する状況下、第1DC/DCコンバータの分担量が第1DC/DCコンバータの定格電流を超えた後に第2DC/DCコンバータを動作させ始めると、第2DC/DCコンバータからの電流の出力が遅れ、給電対象に実際に供給される負荷電流が供給すべき負荷電流よりも小さくなってしまうおそれがある。この点、上記構成では、第1DC/DCコンバータの定格電流よりも小さい値である上限値が定められている。そして、負荷電流が上限値以上となる場合に、第1，第2DC/DCコンバータのそれぞれを動作させることとした。この場合、第1DC/DCコンバータの定格電流未満の負荷電流を供給する状態から、第1，第2DC/DCコンバータを共に動作させることで、その後に負荷電流が増加する場合でも、第2DC/DCコンバータによる負荷電流の供給が遅れるのを防止することができる。  
10

#### 【0017】

第7の発明では、前記分担設定部は、前記第1DC/DCコンバータ及び前記第2DC/DCコンバータの前記分担量をそれぞれの定格電流を超えないよう設定する。

#### 【0018】

上記構成により、各DC/DCコンバータの分担量がそれぞれの定格電流を超えない範囲に設定される。そのため、各DC/DCコンバータを適正な出力電流で動作させることができる。  
20

#### 【0019】

本発明に係る前記制御装置と、前記電力変換システムと、を備える制御システムとしても用いることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

#### 【図1】制御システムの構成図。

【図2】第1，第2DDCの第1端子電圧V<sub>b1</sub>に対する効率特性を説明する図。

【図3】各電圧範囲RV1～RV3における第1，第2DDCの動作を説明する図。

【図4】分担量の設定処理を説明するフローチャート。

【図5】負荷電流ILと第1効率1，2との関係を説明する図。  
30

【図6】分担量を説明する図。

【図7】第2実施形態に係る負荷電流ILと効率との関係を説明する図。

【図8】第2実施形態に係る分担量を説明する図。

【図9】第2実施形態に係る分担量の設定処理を説明するフローチャート。

【図10】第3実施形態に係る分担量を説明する図。

【図11】第3実施形態に係る分担量の設定処理を説明するフローチャート。

【図12】第4実施形態に係る分担量の設定処理を説明するフローチャート。

【図13】図4のステップS21で制御装置により実施される処理を説明するフローチャート。

【図14】出力電圧V<sub>out</sub>と、効率との関係を説明する図。  
40

【図15】第7実施形態に係る分担量の設定処理を説明するフローチャート。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0021】

##### (第1実施形態)

以下、本発明を具体化した第1実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、第1実施形態に係る制御システム100の構成図である。制御システム100は、車両に搭載されている。また、この実施形態において、制御システム100が搭載される車両は、走行動力源として、内燃機関であるエンジンと、走行用モータとを備えるハイブリット車両である。

#### 【0022】

制御システム 100 は、蓄電装置に相当する第 1 蓄電池 50 と、インバータ 51 と、第 1 D C / D C コンバータ 20 と、第 2 D C / D C コンバータ 30 と、を備えている。以下では、第 1 D C / D C コンバータ 20 を第 1 D D C 20 と記載し、第 2 D C / D C コンバータ 30 を第 2 D D C 30 と記載する。本実施形態では、第 1 蓄電池 50 と、インバータ 51 と、第 1 D D C 20 と、第 2 D D C 30 とが電力変換システム 90 を構成している。

#### 【0023】

制御システム 100 には、給電対象としてのモータ 11 と、機器群 60 と、第 2 蓄電池 55 とが接続されている。そして、制御システム 100 は、第 1 蓄電池 50 により供給される電力に基づいて、モータ 11 と、機器群 60 と、第 2 蓄電池 55 とに給電する。

#### 【0024】

第 1 蓄電池 50 は、制御システム 100 における主たる電源として機能する。本実施形態では、第 1 蓄電池 50 は、リチウムイオン蓄電池である。具体的には、第 1 蓄電池 50 は、複数のリチウムイオン蓄電池のセルを組み合わせた組電池であり、例えば、200V ~ 400V の第 1 端子電圧 Vb1 を生じさせる。

#### 【0025】

インバータ 51 は、第 1 蓄電池 50 から供給される電力を変換して、モータ 11 に給電する。インバータ 51 の入力側は、第 1 蓄電池 50 のプラス側端子と繋がる第 1 高圧ライン HL1、及び第 1 蓄電池 50 のマイナス側端子と繋がる第 2 高圧ライン HL2 に接続されている。また、平滑コンデンサ 52 が、第 1 高圧ライン HL1 と第 2 高圧ライン HL2 との間ににおいてインバータ 51 に並列接続されている。そして、インバータ 51 の出力側は、モータ 11 に接続されている。

#### 【0026】

モータ 11 は、インバータ 51 によって変換された交流電圧により駆動する。モータ 11 は、車両の走行用モータである。モータ 11 は、車両の走行中ににおいて車両の運動エネルギーを利用して回生発電する機能を有している。また、インバータ 51 は、交流電流を直流電流に整流する整流機能を備えている。インバータ 51 は、車両の制動時には、回生発電によってモータ 11 から出力された交流電流を直流電流に整流する。整流された直流電流が各高圧ライン HL1, HL2 を通じて第 1 蓄電池 50 に供給されることにより、第 1 蓄電池 50 が充電される。

#### 【0027】

第 1 D D C 20 は、インダクタとコンデンサとにより共振を生じさせる電流共振型のコンバータである。本実施形態では、第 1 D D C 20 は、低圧側の第 1 回路と高圧側の第 2 回路とがトランスを介して接続された絶縁型の降圧コンバータである。

#### 【0028】

第 1 D D C 20 の第 1 回路は、複数の半導体スイッチを備える。第 1 D D C 20 は、各半導体スイッチのオン・オフを切り替えることで、第 1 端子電圧 Vb1 に対する降圧動作を実施する。第 1 D D C 20 の第 1 入力端子 Ti1 は、第 1 高圧ライン HL1 と繋がる第 3 高圧ライン HL3 に接続されている。また、第 2 入力端子 Ti2 は、第 2 高圧ライン HL2 に繋がる第 4 高圧ライン HL4 に接続されている。また、第 1 出力端子 To1 は、サブ配線 SL に接続されている。

#### 【0029】

第 1 回路には、この第 1 回路に流れる第 1 電流 IH1 を検出する第 1 電流センサ 21 が設けられている。第 1 電流センサ 21 により検出された第 1 電流 IH1 と、第 1 D D C 20 のトランスの巻数比に基づいて、第 1 D D C 20 の第 2 回路から出力される出力電流を推定することができる。以下では、第 1 D D C 20 の出力電流を第 1 出力電流 Iout1 と記載する。

#### 【0030】

第 2 D D C 30 は、複数の半導体スイッチのオン期間のタイミングを制御する位相シフト型のコンバータである。本実施形態では、第 2 D D C 30 は、低圧側の第 3 回路と高圧側の第 4 回路とがトランスを介して接続された絶縁型の降圧コンバータである。

10

20

30

40

50

## 【0031】

第2 DDC30の第3回路は、複数の半導体スイッチを備える。第2 DDC30は、各半導体スイッチのオン・オフを切り替えることで、第1端子電圧Vb1に対する降圧動作を実施する。第2 DDC30の第3入力端子Ti3は、第1高圧ラインHL1と繋がる第5高圧ラインHL5に接続されている。また、第4入力端子Ti4は、第2高圧ラインHL2に繋がる第6高圧ラインHL6に接続されている。第2 DDC30の第2出力端子To2は、サブ配線SLに接続されている。

## 【0032】

第3回路には、この第3回路に流れる第2電流IH2を検出する第2電流センサ31が設けられている。第2電流センサ31により検出された第2電流IH2と、第2 DDC30のトランスの巻数比とに基づいて、第2 DDC30の第4回路から出力される出力電流を推定することができる。以下では、第2 DDC30の出力電流を第2出力電流Iout2と記載する。

10

## 【0033】

本実施形態では、第1 DDC20の定格電流は、第2 DDC30の定格電流よりも大きい。例えば、第1 DDC20の定格電流は、150 [A]であり、第2 DDC30の定格電流は、30 [A]である。また、第1 DDC20の定格電流は、制御システム100に対して要求される負荷電流ILの最大値よりも大きい値となっている。

## 【0034】

サブ配線SLには、このサブ配線SLを通じて給電される機器群60と第2蓄電池55とが接続されている。機器群60の正極側端子は、サブ配線SLに接続されている。また、機器群60の負極側端子は、グランドに接続されている。機器群60は、例えば、オーディオ機器、ナビゲーション装置、パワースライドドア、パワーバックドア、メータ等である。また、第2蓄電池55のプラス側端子はサブ配線SLに接続され、マイナス側端子はグランドに接続されている。そのため、サブ配線SLには、第1，第2 DDC20，30の出力電圧Vout及び第2蓄電池55の端子電圧である第2端子電圧Vb2の少なくともいずれかが印加される。

20

## 【0035】

本実施形態において、第2蓄電池55の蓄電容量は、第1蓄電池50の蓄電容量よりも小さい。また、第2蓄電池55の第2端子電圧Vb2は、第1蓄電池50の第1端子電圧Vb1よりも小さい。例えば、第2蓄電池55の満充電時の端子電圧は、12Vである。

30

## 【0036】

制御システム100は、制御装置10を備えている。制御装置10は、ユーザのアクセル操作量に応じてモータ11の駆動に必要な指令トルクを算出する。制御装置10は、モータ11のトルクを指令トルクに制御すべく、インバータ51を制御する。

## 【0037】

また、制御装置10は、第1，第2 DDC20，30の半導体スイッチを駆動させる。制御装置10は、第1，第2 DDC20，30の出力電圧Vout1，Vout2を第1，第2出力電圧指令値V1\*，V2\*に制御すべく、各半導体スイッチの1スイッチング周期に対するオン期間の比であるデューティ比を制御する。例えば、制御装置10は、第1，第2 DDC20，30に共通となる上位電圧指令値VP\*を設定し、この上位電圧指令値VP\*から各出力電圧指令値V1\*，V2\*を設定する。制御装置10によるデューティ比の制御により、第1，第2 DDC20，30の出力電圧Vout1，Vout2が制御され、サブ配線SLに供給される。

40

## 【0038】

なお、本実施形態では、制御装置10を一つの装置として説明するが、これに限定されない。例えば、インバータ51を制御する制御装置と、第1，第2 DDC20，30の半導体スイッチを駆動させる制御装置とを別々に備える構成としてもよい。

## 【0039】

制御システム100は、電圧センサ53を備えている。電圧センサ53は、第1蓄電池

50

50のプラス側端子とマイナス側端子とに並列接続されており、第1端子電圧Vb1を検出する。

#### 【0040】

次に、第1，第2DDC20，30の第1端子電圧Vb1に対する効率特性を、図2を用いて説明する。図2では、横軸を第1端子電圧Vb1とし、縦軸を効率（電力変換効率）とするグラフである。横軸において、第1端子電圧Vb1を、第1電圧範囲RV1と、第2電圧範囲RV2と、第3電圧範囲RV3とに区別している。第1電圧範囲RV1に含まれる電圧値は第1境界値よりも小さく、第2電圧範囲RV2に含まれる電圧値は第1境界値よりも大きい。また、第2電圧範囲RV2に含まれる電圧値は第2境界値よりも小さく、第3電圧範囲RV3に含まれる電圧値は第2境界値よりも大きい。第1境界値は第2境界値よりも小さい値である。また、第1電圧範囲RV1の最小値が、第1端子電圧Vb1の下限値となっている。そして、第3電圧範囲RV3の最大値が、第1端子電圧Vb1の上限値となっている。10

#### 【0041】

第2電圧範囲RV2が第1範囲に相当し、第1電圧範囲RV1及び第3電圧範囲RV3が第2範囲に相当する。本実施形態では、効率を、第1，第2DDC20，30の入力電力に対する出力電力の割合として定めている。

#### 【0042】

第1DDC20の第1効率1は、第2電圧範囲RV2において、第2DDC30の第2効率2よりも高い値となる。図2では、第2電圧範囲RV2において、第1効率1は第1効率閾値Th1以上の値であるのに対して、第2効率2は第1効率閾値Th1より低い値となる。一方、第1，第3電圧範囲RV1，RV3において、第1効率1は第2効率2よりも低い値となる。20

#### 【0043】

また、第1端子電圧Vb1が第2電圧範囲RV2から第1電圧範囲RV1又は第3電圧範囲RV3へ変化する際の第1端子電圧Vb1の変化に対する第2効率2の変化は、第1効率1の変化よりも小さい。各電圧範囲RV1～RV3において、第1DDC20の第1効率1は、第1効率閾値Th1以上の値から第2効率閾値Th2以下の値に変動する。一方、各電圧範囲RV1～RV3において、第2効率2は、第2効率閾値Th2以上でかつ第1効率閾値Th1未満の値に変動する。第2効率閾値Th2は第1効率閾値Th1よりも小さな値である。30

#### 【0044】

ところで、制御システム100では、入力電圧である第1端子電圧Vb1に変動が生じる場合がある。例えば、第1蓄電池50からインバータ51を通じてモータ11に供給される電流が多くなることで、第1端子電圧Vb1が低下する。ここで、第1，第2DDC20，30に対して広い入力電圧範囲に対応できる特性を均等に備えさせておくと、制御システム100全体での効率が犠牲となる場合がある。また、制御システム100では、機器群60の要求する負荷電流ILが変動する場合がある。そして、第1，第2DDC20，30の各効率1，2は、負荷電流ILの変動によっても変化する。40

#### 【0045】

そこで、制御装置10は、第1端子電圧Vb1を電圧パラメータとし、この電圧パラメータと、負荷電流ILとに応じて、第1，第2DDC20，30の負荷電流ILの分担量(Iout1, Iout2)を設定することとした。図3は、各電圧範囲RV1～RV3での第1，第2DDC20，30の動作を説明する図である。本実施形態では、第1DDC20の第1効率1が第2DDC30の第2効率2よりも高い第2電圧範囲RV2において、第1DDC20を優先的に動作させる。即ち、第1DDC20の第1出力電流Iout1が第2DDC30の第2出力電流Iout2よりも多くなるよう設定される。一方、第2DDC30の第2効率2が第1DDC20の第1効率1よりも高い第1電圧範囲RV1及び第3電圧範囲RV3では、第2DDC30を優先的に動作させる。即ち、第2出力電流Iout2が第1出力電流Iout1よりも多くなるよう設定される。更に50

、第2電圧範囲RV2においても、第1DDC20における負荷電流ILに対する特性に応じて、第2DDC30を補助的に動作させることで、分担量を変更している。

#### 【0046】

次に、第1端子電圧Vb1と負荷電流ILとに応じた分担量の設定処理を説明する。図4は、第1，第2DDC20，30の分担量の設定処理を説明するフローチャートである。図4のフローチャートで示す処理は、制御装置10により所定の制御周期で繰り返し実施される。図4において、ステップS13～S18，S21が分担設定部に相当する。

#### 【0047】

ステップS11では、第1端子電圧Vb1を取得する。第1端子電圧Vb1は、電圧センサ53による実測値として取得される。ステップS11が電圧取得部に相当する。

10

#### 【0048】

ステップS12では、負荷電流ILを取得する。本実施形態では、第1電流IH1と第2電流IH2に基づいて、第1，第2DDC20，30の出力電流Iout1，Iout2の合計を負荷電流ILとして推定する。ステップS12が電流取得部に相当する。

#### 【0049】

ステップS13では、ステップS11で取得した第1端子電圧Vb1が第2電圧範囲RV2に含まれるか否かを判定する。ステップS13において、第1端子電圧Vb1が第2電圧範囲RV2に含まれると判定すると、ステップS14に進む。ステップS14～S18では、負荷電流ILに占める第1出力電流Iout1が第2出力電流Iout2よりも多くなるように、分担量を設定する。

20

#### 【0050】

図5は、第2電圧範囲RV2における負荷電流ILと効率1，2との関係を説明する図である。図5では、横軸を負荷電流ILとし、縦軸を効率として示している。また、第1DDC20の定格電流と比べて低負荷電流範囲となる境界を第1負荷閾値ThL1として示している。以下では、第1DDC20の定格電流を第1定格電流Ir1とし、第2DDC30の定格電流を第2定格電流Ir2とする。

#### 【0051】

第2電圧範囲RV2においても、負荷電流ILに応じて第1DDC20の第1効率1が変化する。第1DDC20の第1定格電流Ir1は、第1負荷閾値ThL1よりも大きな値であるため、負荷電流ILが減少することで第1定格電流Ir1から離れるに従い、第1効率1が低くなっている。これに対して、第2DDC30の第2定格電流Ir2は第1定格電流Ir1と比べて第1負荷閾値ThL1に近い値であり、第1負荷閾値ThL1以下であっても、負荷電流ILの減少に対する第2効率2の低下は、第1効率1の低下よりも少ない。そのため、第1負荷閾値ThL1以下となる低負荷電流範囲では、第1DDC20の第1効率1は、第2DDC30の第2効率2よりも低くなっている。

30

#### 【0052】

図6は、負荷電流ILに応じた分担量を説明する図である。負荷電流ILが第1負荷閾値ThL1よりも小さい場合は、制御装置10は、第2出力電流Iout2のみで負荷電流ILを供給するよう第1，第2DDC20，30の分担量を設定する。一方、負荷電流ILが第1負荷閾値ThL1以上である場合は、第1出力電流Iout1のみで負荷電流ILを供給するよう第1，第2DDC20，30の分担量を設定する。

40

#### 【0053】

図4の説明に戻り、ステップS14では、負荷電流ILを第1負荷閾値ThL1と比較する。ステップS14において、負荷電流ILが第1負荷閾値ThL1より小さいと判定すると、ステップS15に進む。ステップS15では、ステップS12で取得した負荷電流ILを第2DDC30の分担量である第2出力電流Iout2として設定する。

#### 【0054】

ステップS16では、第1DDC20から機器群60へ電流が供給されないように、第1DDC20の分担量である第1出力電流Iout1を0に設定する。すなわち、負荷電流ILが第1負荷閾値ThL1より小さい場合は、第2DDC30のみで負荷電流ILを

50

供給させ、第1 DDC20に負荷電流ILを供給させない。

**【0055】**

一方、ステップS14において負荷電流ILが第1負荷閾値ThL1以上であると判定すると、ステップS17に進む。ステップS17では、ステップS12で取得した負荷電流ILを、第1出力電流Iout1として設定する。

**【0056】**

ステップS18では、第2DDC30から機器群60へ負荷電流ILが供給されないよう第2出力電流Iout2を0に設定する。すなわち、負荷電流ILが第1負荷閾値ThL1以上である場合は、第1DDC20のみで負荷電流ILを供給させ、第2DDC30に負荷電流ILを供給させない。

10

**【0057】**

ステップS13において、第1端子電圧Vb1が第2電圧範囲RV2に含まれないと判定すると、ステップS19に進む。この場合、第1端子電圧Vb1は、各電圧範囲RV1, RV3に含まれるため、第2DDC30を優先的に動作させるほうが、制御システム100の効率が高くなる。そのため、ステップS21では、第2出力電流Iout2のみで負荷電流ILを供給するよう分担量を設定する。具体的には、第1出力電流Iout1を0に設定し、第2出力電流Iout2を負荷電流ILに設定する。

**【0058】**

ステップS20では、ステップS16、S17又はS21で設定した第1出力電流Iout1に応じて、第1出力電圧指令値V1\*を設定する。例えば、各ステップS16, S17で設定した第1出力電流Iout1と、第1電流IH1に応じて推定した第1出力電流Iout1との偏差I1を算出する。そして、算出した偏差I1に応じて、第1出力電圧指令値V1\*を設定する。具体的には、偏差I1を入力値とし、上位電圧指令値VP\*の補正值を出力値とする比例積分制御を実施する。そして算出した補正值により上位電圧指令値VP\*補正し、補正後の上位電圧指令値VP\*を第1出力電圧指令値V1\*として設定する。

20

**【0059】**

ステップS21では、ステップS15、S18又はS21で設定した第2出力電流Iout2に応じて第2出力電圧指令値V2\*を設定する。例えば、各ステップS15, S18で設定した第2出力電流Iout2と、第2電流IH2に応じて推定した第2出力電流Iout2との偏差I2を算出する。そして、算出した偏差I2に応じて、第2出力電圧指令値V2\*を設定する。具体的には、偏差I2を入力値とし、上位電圧指令値VP\*の補正值を出力値とする比例積分制御を実施する。そして算出した補正值により上位電圧指令値VP\*を補正し、補正後の上位電圧指令値VP\*を第2出力電圧指令値V2\*として設定する。

30

**【0060】**

ステップS22では、ステップS20, S21で設定した各出力電圧指令値V1\*, V2\*に応じて、第1, 第2DDC20, 30を動作させる。ステップS22が動作制御部に相当する。

40

**【0061】**

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

**【0062】**

・制御装置10は、第1端子電圧Vb1及び負荷電流ILに基づいて、第1, 第2DDC20, 30における負荷電流ILの分担量を設定する。そして、設定した分担量に基づいて、第1, 第2DDC20, 30を動作させることとした。この場合、第1, 第2DDC20, 30の各効率<sub>1</sub>, <sub>2</sub>を考慮して、各出力電流Iout1, Iout2が設定されることで、制御システム100全体での効率を犠牲にすることなく第1端子電圧Vb1の変動に対応することができる。

**【0063】**

・制御装置10は、第1端子電圧Vb1が第2電圧範囲RV2に含まれる場合に、第1

50

出力電流  $I_{out1}$  を第 2 出力電流  $I_{out2}$  より多くする。また、制御装置 10 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 1 電圧範囲  $RV_1$  又は第 3 電圧範囲  $RV_3$  に含まれる場合に、第 2 出力電流  $I_{out2}$  を第 1 出力電流  $I_{out1}$  より多くする。上記構成により、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が変動する場合でも、効率が高い方の DDC20, 30 の出力電流  $I_{out1}, I_{out2}$  より多くの場合がある。そのため、制御システム 100 全体での効率を高めることができる。

#### 【0064】

・第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV_2$  から第 1 電圧範囲  $RV_1$  又は第 3 電圧範囲  $RV_3$  へ変化する際の第 2 DDC30 の第 2 効率  $\eta_2$  の変化は、第 1 DDC20 の第 1 効率  $\eta_1$  の変化よりも小さい。上記構成により、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV_2$  に含まれる場合において、制御装置 10 が第 2 DDC30 を第 1 DDC20 に対して補助的に動作させる場合でも、第 2 効率  $\eta_2$  が大きく低下しない。その結果、制御システム 100 全体での効率の低下を抑制することができる。  
10

#### 【0065】

・制御装置 10 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV_2$  に含まれない場合に、第 1 DDC20 を動作させない。上記構成により、効率が低い範囲では、第 1 DDC20 を動作させないことで、制御システム 100 全体での効率が低下するのを抑制することができる。

#### 【0066】

・制御装置 10 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV_2$  に含まれ、負荷電流  $I_L$  が低負荷電流範囲に含まれる場合は、第 2 出力電流  $I_{out2}$  のみで負荷電流  $I_L$  を供給させるように、各出力電流  $I_{out1}, I_{out2}$  を設定する。そのため、低負荷電流範囲においては、第 1 DDC20 を動作させず、制御システム 100 全体での効率の低下を抑制することができる。  
20

#### 【0067】

##### (第 2 実施形態)

この第 2 実施形態では、第 1 実施形態と異なる構成を中心に説明する。

#### 【0068】

図 7 は、第 2 実施形態に係る負荷電流  $I_L$  と、効率  $\eta$  との関係を説明する図である。第 2 電圧範囲  $RV_2$  において、第 1 DDC20 を優先的に動作させる場合でも、負荷電流  $I_L$  が第 1 DDC20 の第 1 定格電流  $I_{r1}$  よりも大きな値となる場合がある。図 7 では、第 2 負荷閾値  $ThL_2$  は、第 1 定格電流  $I_{r1}$  を示す値である。また、第 3 負荷閾値  $ThL_3$  は、機器群 60 が要求する負荷電流  $I_L$  の最大値であり、第 2 負荷閾値  $ThL_2$  よりも大きな値である。図 7 に示すように、負荷電流  $I_L$  が第 2 負荷閾値  $ThL_2$  よりも大きくかつ第 3 負荷閾値  $ThL_3$  以下の値では、第 1 DDC20 のみで負荷電流  $I_L$  を供給できない場合がある。  
30

#### 【0069】

図 8 は、第 2 実施形態に係る負荷電流  $I_L$  の分担量を説明する図である。この第 2 実施形態では、第 1, 第 2 DDC20, 30 の定格電流は同じ値（例えば、75A）である。負荷電流  $I_L$  が第 2 負荷閾値  $ThL_2$  よりも小さい場合、制御装置 10 は第 1 DDC10 のみで負荷電流  $I_L$  を供給させる。また、負荷電流  $I_L$  が第 2 負荷閾値  $ThL_2$  以上となる場合、制御装置 10 は、第 1 DDC20 を優先的に動作させつつ、第 2 DDC30 を第 1 DDC20 に対して補助的に動作させることで、負荷電流  $I_L$  が不足することを防止している。  
40

#### 【0070】

図 9 は、第 2 実施形態に係る第 1, 第 2 DDC20, 30 の分担量の設定処理を説明するフローチャートである。図 9 のフローチャートで示す処理は、制御装置 10 により所定の制御周期で繰り返し実施される。

#### 【0071】

ステップ S31 では、負荷電流  $I_L$  と第 2 負荷閾値  $ThL_2$  とを比較する。ステップ S  
50

3 1において、負荷電流  $I_L$  が第2負荷閾値  $T_{hL2}$  より小さいと判定すれば、ステップ S 3 2に進む。

【0072】

ステップ S 3 2では、ステップ S 1 2で取得した負荷電流  $I_L$  を第1出力電流  $I_{out1}$  として設定する。ステップ S 3 3では、第2DDC20から機器群60へ負荷電流  $I_L$  が供給されないよう第2出力電流  $I_{out2}$  を0に設定する。

【0073】

ステップ S 3 1において、負荷電流  $I_L$  が第2負荷閾値  $T_{hL2}$  以上であると判定すれば、ステップ S 3 4に進む。ステップ S 3 4では、第1出力電流  $I_{out1}$  を第1定格電流  $I_{r1}$  を超えない範囲で設定する。本実施形態では、第1定格電流  $I_{r1}$  を第1出力電流  $I_{out1}$  に設定する。  
10

【0074】

ステップ S 3 5では、負荷電流  $I_L$  からステップ S 3 4で設定した第1出力電流  $I_{out1}$  を引いた値を、第2出力電流  $I_{out2}$  として設定する。

【0075】

ステップ S 2 0では、ステップ S 3 2、S 3 4及びS 1 9で設定した第1出力電流  $I_{out1}$  に応じて、第1出力電圧指令値  $V_1^*$  を設定する。ステップ S 2 1では、ステップ S 3 3、S 3 5及びS 1 9で設定した第2出力電流  $I_{out2}$  に応じて、第2出力電圧指令値  $V_2^*$  を設定する。

【0076】

以上説明した本実施形態では、以下の効果を奏する。  
20

【0077】

- ・制御装置10は、負荷電流  $I_L$  の分担量を第1，第2DDC20，30の定格電流  $I_{r1}$ ， $I_{r2}$  を超えないよう設定する。そのため、第1，第2DDC20，30を適正な出力電流  $I_{out1}$ ， $I_{out2}$  で動作させることができる。

【0078】

(第3実施形態)

この第3実施形態では、第1実施形態と異なる構成を中心に説明する。

【0079】

図10は、第3実施形態に係る負荷電流  $I_L$  の分担量を説明する図である。この第3実施形態では、第1DDC20の定格電流は120Aであるのに対して、第2DDC30の定格電流は30Aであり、定格電流が異なる。また、負荷電流  $I_L$  の最大値は、第1，第2DDC20，30のそれぞれの定格電流  $I_{r1}$ ， $I_{r2}$  よりも大きく、かつ第1，第2DDC20，30のそれぞれの定格電流  $I_{r1}$ ， $I_{r2}$  の和以下となっている。本実施形態では、負荷電流  $I_L$  の最大値は、第1定格電流  $I_{r1}$  と第2定格電流  $I_{r2}$ との和（例えば、150A）となっている。  
30

【0080】

負荷電流  $I_L$  が第1負荷閾値  $T_{hL1}$  よりも小さい場合は、制御装置10は、第2DDC30のみで負荷電流  $I_L$  を供給させる。一方、負荷電流  $I_L$  が第1負荷閾値  $T_{hL1}$  以上であり、かつ第3負荷閾値  $T_{hL3}$  より小さい場合は、制御装置10は、第1DDC20のみで負荷電流  $I_L$  を供給させる。そして、負荷電流  $I_L$  が第3負荷閾値  $T_{hL3}$  以上となる最大負荷範囲において、第1，第2DDC20，30を共に動作させる。  
40

【0081】

図11は、第3実施形態に係る第1，第2DDC20，30の分担量の設定処理を説明するフローチャートである。図11のフローチャートで示す処理は、制御装置10により所定の制御周期で繰り返し実施される。

【0082】

ステップ S 1 4において、負荷電流  $I_L$  が第1負荷閾値  $T_{hL1}$  以上であれば、ステップ S 4 1に進み、負荷電流  $I_L$  の最大値付近を示す第3負荷閾値  $T_{hL3}$  と比較する。ステップ S 4 1において、負荷電流  $I_L$  が第3負荷閾値  $T_{hL3}$  より小さいと判定すると、  
50

ステップ S 17 に進む。ステップ S 41 が負荷判定部に相当する。

#### 【0083】

一方、ステップ S 41において、負荷電流  $I_L$  が第3負荷閾値  $T_{hL3}$  以上であると判定すると、ステップ S 42 に進む。ステップ S 42 では、第1出力電流  $I_{out1}$  を第1定格電流  $I_{r1}$  に設定する。ステップ S 43 では、第2出力電流  $I_{out2}$  を第2定格電流  $I_{r2}$  に設定する。

#### 【0084】

ステップ S 20 では、設定した第1出力電流  $I_{out1}$  に応じて第1出力電圧指令値  $V_1^*$  を設定する。ステップ S 21 では、設定した第2出力電流  $I_{out2}$  に応じて第2出力電圧指令値  $V_2^*$  を設定する。そのため、機器群 60 には、第1定格電流  $I_{r1}$  と第2定格電流  $I_{r2}$  とを足し合わせた負荷電流が流れる。10

#### 【0085】

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

#### 【0086】

・制御装置 10 は、負荷電流  $I_L$  の最大値付近では、第1, 第2 DDC 20, 30 にそれぞれの定格電流  $I_{r1}, I_{r2}$  を供給させることとした。そのため、負荷電流  $I_L$  の最大値よりも第1定格電流  $I_{r1}$  を小さくすることができるため、第1 DDC 20 の出力容量の増加を抑制し、体格を小さくすることができる。そのため、制御システム 100 のコストを抑えることができる。

#### 【0087】

##### (第4実施形態)

この第4実施形態では、第1実施形態と異なる構成を中心に説明する。

#### 【0088】

第2 DDC 30 の動作が停止している状態から、負荷電流  $I_L$  を供給させる場合、負荷電流  $I_L$  の供給が開始するまでに所定の時間を要する。そのため、第1 DDC 20 の分担量が第1定格電流  $I_{r1}$  を超えた後に、第2 DDC 30 を補助的に動作させると、負荷電流  $I_L$  の増加に第2 DDC 30 による第2出力電流  $I_{out2}$  の供給が遅れるおそれがある。そこで、制御装置 10 は、第1出力電流  $I_{out1}$  の負荷電流  $I_L$  に対する割合が高い値とならないように上限値を設け、負荷電流  $I_L$  が上限値以上となった場合に、第1, 第2 DDC 20, 30 のそれぞれの分担量を設定する。30

#### 【0089】

図 12 は、第4実施形態に係る第1, 第2 DDC 20, 30 の分担量の設定処理を説明するフローチャートである。図 12 のフローチャートで示す処理は、制御装置 10 により所定の制御周期で繰り返し実施される。

#### 【0090】

ステップ S 14 において、負荷電流  $I_L$  が第1負荷閾値  $T_{hL1}$  以上であると判定すると、ステップ S 51 に進む。ステップ S 51 では、負荷電流  $I_L$  を上限閾値  $U_L$  と比較する。上限閾値  $U_L$  は、第1定格電流  $I_{r1}$  より小さな値を示す。割合値  $S_R$  が上限閾値  $U_L$  より小さい場合、ステップ S 17 に進む。ステップ S 51 が上限判定部に相当する。

#### 【0091】

ステップ S 17 では、負荷電流  $I_L$  を第1出力電流  $I_{out1}$  として設定する。そして、ステップ S 18 では、第2出力電流  $I_{out2}$  を 0 に設定する。

#### 【0092】

一方、負荷電流  $I_L$  が上限閾値  $U_L$  より大きいと判定すると、ステップ S 53 に進む。ステップ S 53, S 54 では、負荷電流  $I_L$  の増加に応じて設定される第1 DDC 20 の分担量が第1定格電流  $I_{r1}$  を超えないように、第2 DDC 30 の分担量を設定する。例えば、ステップ S 53 では、第1定格電流  $I_{r1}$  から電流補正值  $C_i$  を引いた値を第1出力電流  $I_{out1}$  として設定する。電流補正值  $C_i$  は、ステップ S 12 で取得された負荷電流  $I_L$  に応じて変化する値である。ステップ S 54 では、負荷電流  $I_L$  からステップ S 54 で設定した第1出力電流  $I_{out1}$  を引いた値を、第2出力電流  $I_{out2}$  として設50

定する。

**【0093】**

ステップS20では、設定した第1出力電流 $I_{out1}$ に応じて第1出力電圧指令値 $V_1^*$ を設定する。ステップS21では、設定した第2出力電流 $I_{out2}$ に応じて第2出力電圧指令値 $V_2^*$ を設定する。

**【0094】**

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

**【0095】**

・制御装置10は、負荷電流 $I_L$ が第1定格電流 $I_r1$ より小さい値を示す上限閾値 $U_L$ より小さいと判定すると、第1DDC20のみを動作させ、負荷電流 $I_L$ が上限閾値 $U_L$ 以上であると判定すると、第1，第2DDC20，30のそれぞれを動作させることとした。そのため、負荷電流 $I_L$ が第1定格電流 $I_r1$ よりも小さい状態で、第1，第2DDC20，30と共に動作させることで、急な負荷電流 $I_L$ の増加に第2DDC30による第2出力電流 $I_{out2}$ の供給が遅れるのを防止することができる。  
10

**【0096】**

(第4実施形態の変形例)

第1定格電流 $I_r1$ に占める第1出力電流 $I_{out1}$ の割合を算出し、ステップS51において、この割合が上限値を超える場合に、第1，第2DDC20，30と共に動作させるものであってもよい。

**【0097】**

(第5実施形態)

この第5実施形態では、第1実施形態と異なる構成を中心に説明する。

**【0098】**

図4のステップS19において、第2DDC30を優先動作させる場合に、負荷電流 $I_L$ に応じて、第1DDC20を第2DDC30に対して補助的に動作させる。

**【0099】**

図13は、図4のステップS19で制御装置10が実施する処理を説明するフローチャートである。ステップS61では、負荷電流 $I_L$ を第4負荷閾値 $T_{hL4}$ と比較する。第4負荷閾値 $T_{hL4}$ は、第2DDC20の第2定格電流 $I_r2$ を示す値である。

**【0100】**

ステップS61において、負荷電流 $I_L$ が第4負荷閾値 $T_{hL4}$ よりも小さい場合、第2DDC30のみで負荷電流 $I_L$ を供給することができる。そのため、ステップS62では、負荷電流 $I_L$ を第2出力電流 $I_{out2}$ として設定する。ステップS63では、第1DDC20から負荷電流 $I_L$ を供給させないように第1出力電流 $I_{out1}$ を0に設定する。  
30

**【0101】**

一方、ステップS61において、負荷電流 $I_L$ が第4負荷閾値 $T_{hL4}$ 以上であれば、第2DDC30のみで負荷電流 $I_L$ を供給することができなくなる。そのため、ステップS64では、第2定格電流 $I_r2$ を第2出力電流 $I_{out2}$ として設定する。

**【0102】**

ステップS65では、負荷電流 $I_L$ からステップS64で設定した第2出力電流 $I_{out2}$ を引いた値を、第1出力電流 $I_{out1}$ として設定する。  
40

**【0103】**

ステップS66では、ステップS62又はS64で設定した第2出力電流 $I_{out2}$ に応じて、第2出力電圧指令値 $V_2^*$ を設定する。ステップS67では、ステップS63又はS65で設定した第1出力電流 $I_{out1}$ に応じて、第1出力電圧指令値 $V_1^*$ を設定する。

**【0104】**

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

**【0105】**

10

20

30

40

50

・制御装置 10 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV_2$  以外となる場合においても、第 2 DDC30 の第 2 出力電流  $I_{out2}$  が第 2 定格電流  $I_r2$  以上となることを防止する。そのため、第 1 , 第 2 DDC20 , 30 を適正に動作させることができる。

#### 【0106】

##### (第 6 実施形態)

この第 6 実施形態では、第 1 実施形態と異なる構成を中心に説明する。

#### 【0107】

この第 6 実施形態では、第 1 DDC20 と第 2 DDC30 とは、共に位相シフト型のコンバータとして構成されているが、トランスの巻数比が異なる。具体的には、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 1 , 第 2 DDC20 , 30 を高い効率 1 , 2 とする電圧範囲に含まれる場合に、適正な各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  となるよう第 1 , 第 2 DDC20 , 30 のトランスの巻数比が定められている。以下では、第 1 DDC20 のトランスの巻数比を  $N_1$  とし、第 2 DDC30 のトランスの巻数比を  $N_2$  とする。巻数比を、二次側のコイルの巻数に対する一次側のコイルの巻数の比により定めている。そして、第 1 DDC20 の巻数比  $N_1$  は、第 2 DDC30 の巻数比  $N_2$  よりも小さい値となっている。

#### 【0108】

第 1 DDC20 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV_2$  に含まれる場合に、適正な第 1 出力電圧  $V_{out1}$  となるようトランスの巻数比  $N_1$  が定められている。また、第 2 DDC30 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 1 電圧範囲  $RV_1$  に含まれる場合に、適正な第 2 出力電圧  $V_{out2}$  となるようトランスの巻数比  $N_2$  が定められている。

#### 【0109】

上記構成の制御システム 100 においても、図 4 のステップ S13 で、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV$  に含まれると判定すると、第 1 DDC20 を優先的に動作させるよう第 1 , 第 2 DDC20 , 30 の分担量を設定する(ステップ S14 ~ S18)。また、ステップ S13 において、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $RV$  に含まれないと判定すると、第 2 DDC20 を優先的に動作させるよう第 1 , 第 2 DDC20 , 30 の分担量を設定する(ステップ S19)。

#### 【0110】

##### (第 7 実施形態)

この第 7 実施形態では、第 1 実施形態と異なる構成を中心に説明する。

#### 【0111】

第 1 , 第 2 DDC20 , 30 の効率 1 , 2 は、各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  によっても変化する。図 14 は、出力電圧  $V_{out}$  と、効率  $\eta$  との関係を説明する図である。図 14 では、横軸を各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  とし、縦軸を効率  $\eta$  とした場合のグラフである。横軸において、各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  を、第 4 電圧範囲  $RV_4$  と、第 5 電圧範囲  $RV_5$  と、第 6 電圧範囲  $RV_6$  とに区別している。第 4 電圧範囲  $RV_4$  に含まれる電圧値は第 3 境界値よりも小さく、第 5 電圧範囲  $RV_5$  に含まれる電圧値は第 3 境界値よりも大きい。また、第 5 電圧範囲  $RV_5$  に含まれる電圧値は第 4 境界値よりも大きい。第 3 境界値は第 4 境界値よりも小さい値である。第 4 電圧範囲  $RV_4$  の最小値は、第 1 , 第 2 DDC20 , 30 の各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  の下限値であり、第 6 電圧範囲  $RV_6$  の最大値は、第 1 , 第 2 DDC20 , 30 の各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  の上限値である。

#### 【0112】

第 1 DDC20 の第 1 効率 1 は、第 5 電圧範囲  $RV_5$  において、第 2 DDC30 の第 2 効率 2 よりも高い値となる。図 14 では、第 5 電圧範囲  $RV_5$  において、第 1 効率 1 は第 3 効率閾値  $T_h3$  より高い値であるのに対して、第 2 効率 2 は第 3 効率閾値  $T_h3$  より低い値となる。一方、第 4 , 第 6 電圧範囲  $RV_4$ ,  $RV_6$  において、第 1 効率 1 は第 2 効率 2 よりも低い値となる。

#### 【0113】

10

20

30

40

50

また、各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  が第5電圧範囲  $RV_5$  から第4電圧範囲  $RV_4$  又は第6電圧範囲  $RV_6$  へ変化する際の各出力電圧  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  の変化に対する第2効率  $\eta_2$  の変化は、第1効率  $\eta_1$  の変化よりも小さい。各電圧範囲  $RV_4 \sim RV_6$ において、第1DDC20の第1効率  $\eta_1$  は、第3効率閾値  $Th_3$  以上の値から第4効率閾値  $Th_4$  以下の値に変動する。一方、各電圧範囲  $RV_4 \sim RV_6$  において、第2効率  $\eta_2$  は、第4効率閾値  $Th_4$  以上でかつ第3効率閾値  $Th_3$  未満の値に変動する。第4効率閾値  $Th_4$  は第3効率閾値  $Th_3$  よりも小さな値である。

#### 【0114】

図15は、第7実施形態に係る第1, 第2DDC20, 30の分担量の設定処理を説明するフローチャートである。図15のフローチャートで示す処理は、制御装置10により所定の制御周期で繰り返し実施される。  
10

#### 【0115】

ステップS71では、第1DDC20に要求される第1出力電圧  $V_{out1}$  を取得する。例えば、現在の第1出力電圧指令値  $V_{1*}$  に応じて、第1DDC20の第1出力電圧  $V_{out1}$  を推定する。なお、第2出力電圧  $V_{out2}$  と第1出力電圧  $V_{out1}$  とが同じ値である場合に、ステップS71では、第2出力電圧  $V_{out2}$  を取得するものであってもよい。

#### 【0116】

ステップS72では、ステップS71で取得した第1出力電圧  $V_{out1}$  が第5電圧範囲  $RV_5$  に含まれるか否かを判定する。ステップS73において、第1出力電圧  $V_{out1}$  が第5電圧範囲  $RV_5$  に含まれると判定すると、ステップS14に進む。そして、負荷電流  $I_L$  に応じて、第1DDC20の分担量と、第2DDC30の分担量とを設定する(ステップS15～S18)。  
20

#### 【0117】

ステップS72において、第1出力電圧  $V_{out1}$  が第5電圧範囲  $RV_5$  に含まれないと判定すると、ステップS19に進む。ステップS19では、第2DDC30により負荷電流  $I_L$  を供給させるよう分担量を設定する。

#### 【0118】

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

#### 【0119】

・制御装置10は、第1出力電圧  $V_{out1}$  が変動する場合において、第1, 第2DDC20, 30の効率  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  を考慮して、負荷電流  $I_L$  に対する分担量 ( $I_{out1}$ ,  $I_{out2}$ ) を設定する。そのため、制御システム100全体での効率を犠牲にすることなく出力電圧  $V_{out}$  の変動に対応することができる。  
30

#### 【0120】

(その他の実施形態)

・第1, 第2DDC20, 30の定格電流  $I_{r1}$ ,  $I_{r2}$  が異なる場合に、第1定格電流  $I_{r1}$  により定めた定格電流範囲に基づいて、第1, 第2DDC20, 30の分担量を設定するものであってもよい。この場合、第1端子電圧  $V_{b1}$  が第2電圧範囲  $RV_2$  に含まれており、かつ負荷電流  $I_L$  が定格電流範囲に含まれていることを条件に、第1DDC20の分担量を、第2DDC30の分担量よりも多くする。一方、第1端子電圧  $V_{b1}$  が第2電圧範囲  $RV_2$  に含まれておらず、又は負荷電流  $I_L$  が定格電流範囲に含まれていない場合のいずれかが成立する場合に、第2DDC30の分担量を、第1DDC20の分担量よりも多くする。  
40

#### 【0121】

・第1DDC20をフライバック方式のコンバータにより構成し、第2DDC30を位相シフト方式のコンバータにより構成するものであってもよい。この場合においても、第1DDC20は第2電圧範囲  $RV_2$  において第2DDC30よりも高い効率となる。

#### 【0122】

・蓄電装置は、直流電圧を供給する装置であればよく、蓄電池に限定されない。例えば  
50

、蓄電装置としてキャパシタが用いられてもよい。

**【0123】**

・第1, 第2 DDC20, 30は、車両以外の装置に搭載されるものであってもよい。

**【0124】**

・電流センサは、サブ配線SLに流れる負荷電流ILを直接検出するものであってもよい。

**【0125】**

・制御システム100は、第2蓄電池55を備えていなくともよい。

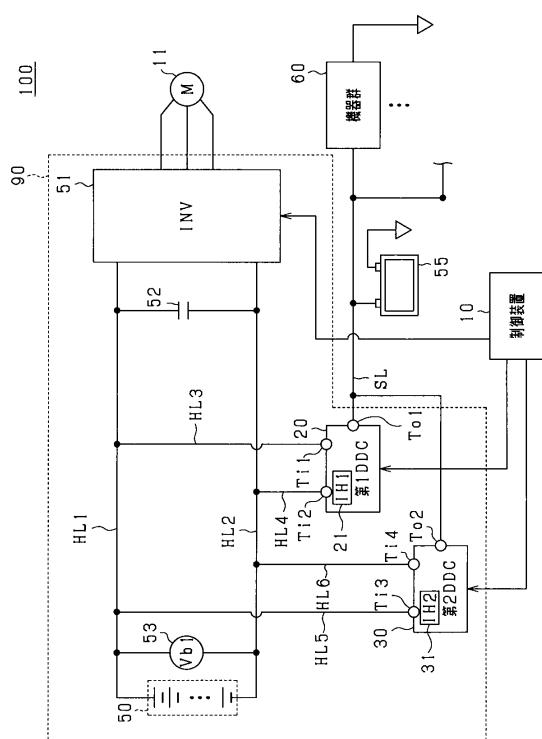
**【符号の説明】**

**【0126】**

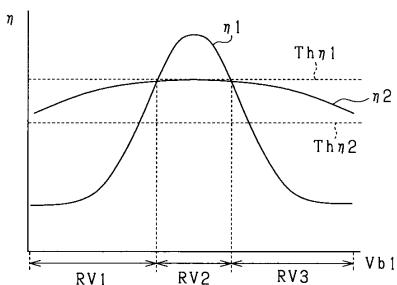
10

100...制御装置、20...第1DC/DCコンバータ、30...第2DC/DCコンバータ  
、50...第1蓄電池、90...電力変換システム、100...制御システム、IL...負荷電流  
。

【図1】



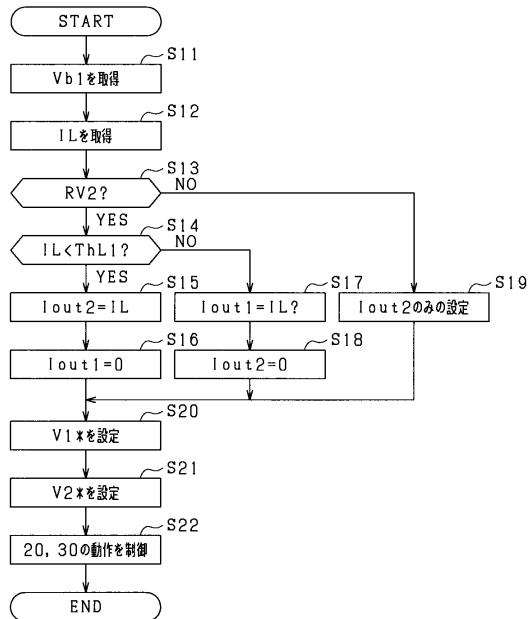
【図2】



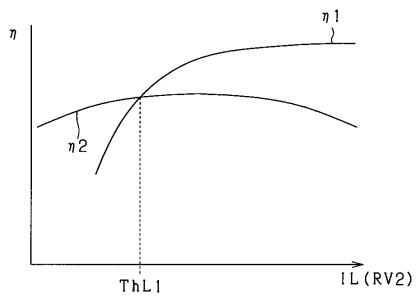
【図3】

	第1DDC	第2DDC
RV1	—	優先動作 (Iout2>Iout1)
RV2	優先動作 (Iout1>Iout2)	補助動作
RV3	—	優先動作 (Iout2>Iout1)

【図4】



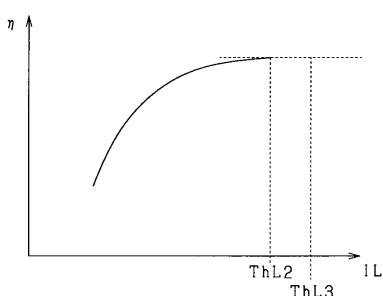
【図5】



【図6】

	第1DDC (Ir1=150A)	第2DDC (Ir2=30A)
IL < ThL1	—	Iout2
IL ≥ ThL1	Iout1	—

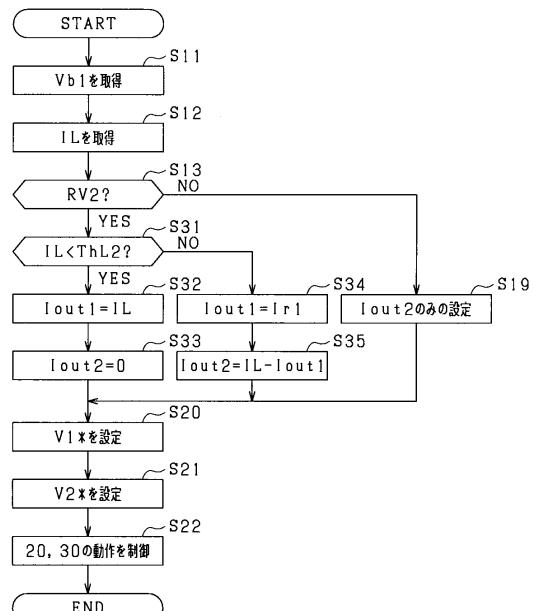
【図7】



【図8】

	第1DDC (Ir1=75A)	第2DDC (Ir2=75A)
IL < ThL2	Iout1	—
IL ≥ ThL2	Iout1	Iout2

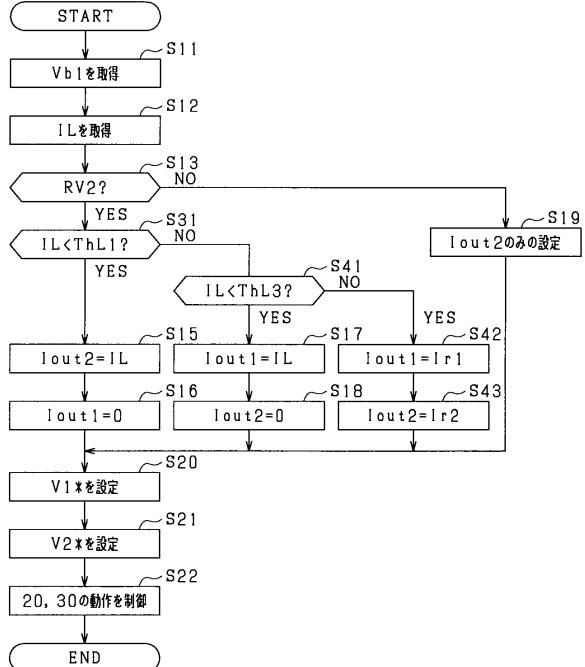
【図9】



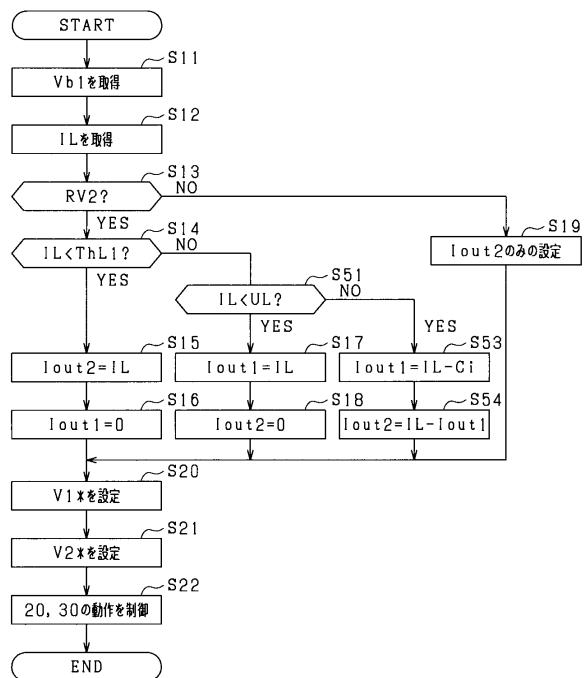
【図10】

	第1DDC (Ir1=120A)	第2DDC (Ir2=30A)
IL < ThL1	—	Iout2
ThL1 ≤ IL < ThL3	Iout1	—
IL ≥ ThL3	Iout1	Iout2

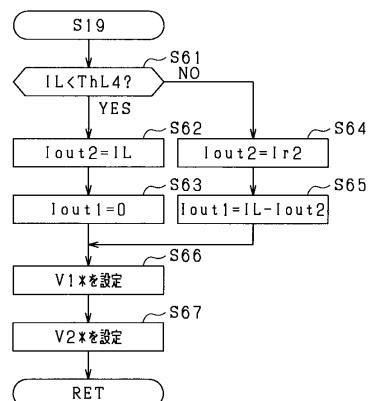
【図11】



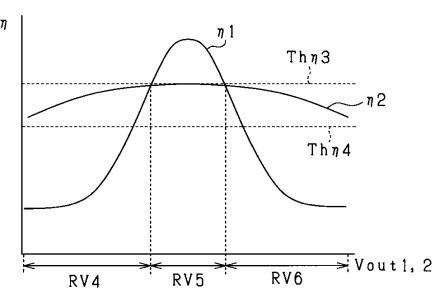
【図12】



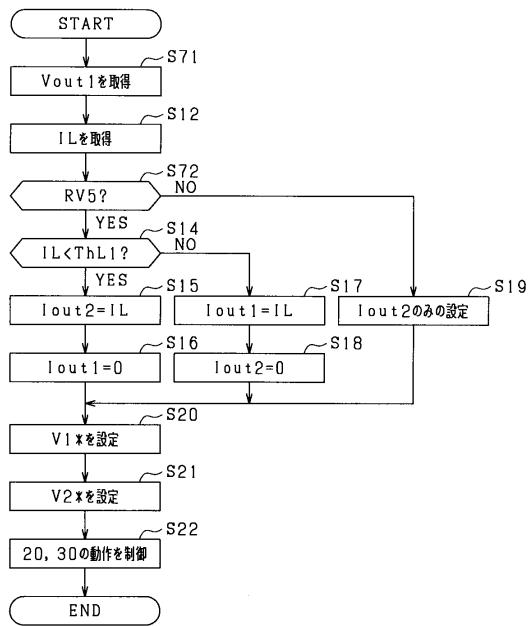
【図13】



【図14】



【図 1 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 總合 薫  
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

(72)発明者 居安 誠二  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

審査官 小林 秀和

(56)参考文献 特開2012-244862(JP,A)  
特開2016-025748(JP,A)  
特開平09-308231(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0163051(US,A1)  
特開2016-096591(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/28

H02J 1/10

H02M 3/155