

(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 I			
<b>H02M</b>	<b>3/28</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02M</b>	<b>3/28</b>	<b>W</b>
<b>H02J</b>	<b>1/10</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02J</b>	<b>1/10</b>	

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-55071 (P2017-55071)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成29年3月21日 (2017.3.21)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-157737 (P2018-157737A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成30年10月4日 (2018.10.4)	(73) 特許権者	000004695
審査請求日	平成31年3月7日 (2019.3.7)		株式会社 S O K E N
			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 1 D C / D C 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 2 D C / D C 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 1 D C / D C 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 1 D C / D C 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 2 D C / D C 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 1 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C コンバータのそれぞれの前記分担量を設定して前記第 1 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C 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 1 D C / D C コンバータ（20）及び第 2 D C / D C コンバータ（30）を備え、前記第 1 D C / D C コンバータ及び第 2 D C / D C 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 1 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C 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 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C 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 1 D C / D C 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 2 D C / D C コンバータよりも効率が高く、前記第 2 D C / D C 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 1 D C / D C 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 1 D C / D C コンバータの前記分担量を、前記第 2 D C / D C 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 2 D C / D C コンバータの前記分担量を、前記第 1 D C / D C 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 1 D C / D C 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 2 D C / D C 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 1 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C コンバータのそれぞれの前記分担量を設定して前記第 1 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C 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 2 D C / D C コンバータの効率の変化は、前記第 1 D C / D C 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 1 D C / D C 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 1 D C / D C コンバータ及び前記第 2 D C / D C 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】

30

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】

20

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。

【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】

30

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。

【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】

50

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小さくなってしまふおそれがある。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 $V_{b1}$ に対する効率特性を説明する図。

【図3】各電圧範囲 $RV1 \sim RV3$ 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 $I_L$ と第1効率 $\eta_1$ ,  $\eta_2$ 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 $I_L$ 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 $V_{out}$ と、効率 $\eta$ 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】

50

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１ＤＣ／ＤＣコンバータ２０と、第２ＤＣ／ＤＣコンバータ３０と、を備えている。以下では、第１ＤＣ／ＤＣコンバータ２０を第１ＤＤＣ２０と記載し、第２ＤＣ／ＤＣコンバータ３０を第２ＤＤＣ３０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１ＤＤＣ２０と、第２ＤＤＣ３０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 $V_{b1}$ 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１ＤＤＣ２０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１ＤＤＣ２０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１ＤＤＣ２０の第１回路は、複数の半導体スイッチを備える。第１ＤＤＣ２０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 $V_{b1}$ に対する降圧動作を実施する。第１ＤＤＣ２０の第１入力端子 $T_{i1}$ 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 $T_{i2}$ 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 $T_{o1}$ 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 $I_{H1}$ 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 $I_{H1}$ と、第１ＤＤＣ２０のトランスの巻数比とに基づいて、第１ＤＤＣ２０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１ＤＤＣ２０の出力電流を第１出力電流 $I_{out1}$ と記載する。

【００３０】

第２ＤＤＣ３０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２ＤＤＣ３０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

## 【 0 0 3 1 】

第 2 D D C 3 0 の第 3 回路は、複数の半導体スイッチを備える。第 2 D D C 3 0 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  $V_{b1}$  に対する降圧動作を実施する。第 2 D D C 3 0 の第 3 入力端子  $T_{i3}$  は、第 1 高圧ライン  $H_{L1}$  と繋がる第 5 高圧ライン  $H_{L5}$  に接続されている。また、第 4 入力端子  $T_{i4}$  は、第 2 高圧ライン  $H_{L2}$  に繋がる第 6 高圧ライン  $H_{L6}$  に接続されている。第 2 D D C 3 0 の第 2 出力端子  $T_{o2}$  は、サブ配線  $S_L$  に接続されている。

## 【 0 0 3 2 】

第 3 回路には、この第 3 回路に流れる第 2 電流  $I_{H2}$  を検出する第 2 電流センサ 3 1 が設けられている。第 2 電流センサ 3 1 により検出された第 2 電流  $I_{H2}$  と、第 2 D D C 3 0 のトランスの巻数比とに基づいて、第 2 D D C 3 0 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 D D C 3 0 の出力電流を第 2 出力電流  $I_{out2}$  と記載する。

10

## 【 0 0 3 3 】

本実施形態では、第 1 D D C 2 0 の定格電流は、第 2 D D C 3 0 の定格電流よりも大きい。例えば、第 1 D D C 2 0 の定格電流は、 $150 [A]$  であり、第 2 D D C 3 0 の定格電流は、 $30 [A]$  である。また、第 1 D D C 2 0 の定格電流は、制御システム 1 0 0 に対して要求される負荷電流  $I_L$  の最大値よりも大きい値となっている。

## 【 0 0 3 4 】

サブ配線  $S_L$  には、このサブ配線  $S_L$  を通じて給電される機器群 6 0 と第 2 蓄電池 5 5 とが接続されている。機器群 6 0 の正極側端子は、サブ配線  $S_L$  に接続されている。また、機器群 6 0 の負極側端子は、グラウンドに接続されている。機器群 6 0 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 5 5 のプラス側端子はサブ配線  $S_L$  に接続され、マイナス側端子はグラウンドに接続されている。そのため、サブ配線  $S_L$  には、第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 の出力電圧  $V_{out}$  及び第 2 蓄電池 5 5 の端子電圧である第 2 端子電圧  $V_{b2}$  の少なくともいずれかが印加される。

20

## 【 0 0 3 5 】

本実施形態において、第 2 蓄電池 5 5 の蓄電容量は、第 1 蓄電池 5 0 の蓄電容量よりも小さい。また、第 2 蓄電池 5 5 の第 2 端子電圧  $V_{b2}$  は、第 1 蓄電池 5 0 の第 1 端子電圧  $V_{b1}$  よりも小さい。例えば、第 2 蓄電池 5 5 の満充電時の端子電圧は、 $12 V$  である。

30

## 【 0 0 3 6 】

制御システム 1 0 0 は、制御装置 1 0 を備えている。制御装置 1 0 は、ユーザのアクセル操作量に応じてモータ 1 1 の駆動に必要な指令トルクを算出する。制御装置 1 0 は、モータ 1 1 のトルクを指令トルクに制御すべく、インバータ 5 1 を制御する。

## 【 0 0 3 7 】

また、制御装置 1 0 は、第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 の半導体スイッチを駆動させる。制御装置 1 0 は、第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 の出力電圧  $V_{out1}$  ,  $V_{out2}$  を第 1 , 第 2 出力電圧指令値  $V_{1*}$  ,  $V_{2*}$  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 1 0 は、第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 に共通となる上位電圧指令値  $V_{P*}$  を設定し、この上位電圧指令値  $V_{P*}$  から各出力電圧指令値  $V_{1*}$  ,  $V_{2*}$  を設定する。制御装置 1 0 によるデューティ比の制御により、第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 の出力電圧  $V_{out1}$  ,  $V_{out2}$  が制御され、サブ配線  $S_L$  に供給される。

40

## 【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態では、制御装置 1 0 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 5 1 を制御する制御装置と、第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 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。

## 【 0 0 3 9 】

制御システム 1 0 0 は、電圧センサ 5 3 を備えている。電圧センサ 5 3 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 $V_{b1}$ を検出する。

#### 【0040】

次に、第1, 第2 DDC 20, 30の第1端子電圧 $V_{b1}$ 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 $V_{b1}$ 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 $V_{b1}$ 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 $V_{b1}$ の下限值となっている。そして、第3電圧範囲 $RV3$ の最大値が、第1端子電圧 $V_{b1}$ 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2 DDC 20, 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1 DDC 20の第1効率 $\eta_1$ は、第2電圧範囲 $RV2$ において、第2 DDC 30の第2効率 $\eta_2$ 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 $\eta_1$ は第1効率閾値 $Th_1$ 以上の値であるのに対して、第2効率 $\eta_2$ は第1効率閾値 $Th_1$ 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 $\eta_1$ は第2効率 $\eta_2$ よりも低い値となる。

20

#### 【0043】

また、第1端子電圧 $V_{b1}$ 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 $V_{b1}$ 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 $RV1 \sim RV3$ において、第1 DDC 20の第1効率 $\eta_1$ は、第1効率閾値 $Th_1$ 以上の値から第2効率閾値 $Th_2$ 以下の値に変動する。一方、各電圧範囲 $RV1 \sim RV3$ において、第2効率 $\eta_2$ は、第2効率閾値 $Th_2$ 以上でかつ第1効率閾値 $Th_1$ 未満の値に変動する。第2効率閾値 $Th_2$ は第1効率閾値 $Th_1$ 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 $V_{b1}$ 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 $V_{b1}$ が低下する。ここで、第1, 第2 DDC 20, 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 $I_L$ が変動する場合がある。そして、第1, 第2 DDC 20, 30の各効率 $\eta_1$ ,  $\eta_2$ は、負荷電流 $I_L$ の変動によっても変化する。

#### 【0045】

40

そこで、制御装置10は、第1端子電圧 $V_{b1}$ を電圧パラメータとし、この電圧パラメータと、負荷電流 $I_L$ とに応じて、第1, 第2 DDC 20, 30の負荷電流 $I_L$ の分担量( $I_{out1}$ ,  $I_{out2}$ )を設定することとした。図3は、各電圧範囲 $RV1 \sim RV3$ での第1, 第2 DDC 20, 30の動作を説明する図である。本実施形態では、第1 DDC 20の第1効率 $\eta_1$ が第2 DDC 30の第2効率 $\eta_2$ よりも高い第2電圧範囲 $RV2$ において、第1 DDC 20を優先的に動作させる。即ち、第1 DDC 20の第1出力電流 $I_{out1}$ が第2 DDC 30の第2出力電流 $I_{out2}$ よりも多くなるよう設定される。一方、第2 DDC 30の第2効率 $\eta_2$ が第1 DDC 20の第1効率 $\eta_1$ よりも高い第1電圧範囲 $RV1$ 及び第3電圧範囲 $RV3$ では、第2 DDC 30を優先的に動作させる。即ち、第2出力電流 $I_{out2}$ が第1出力電流 $I_{out1}$ 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とに基づいて、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 $\eta_1$ 、 $\eta_2$ 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 $\eta$ 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 $\eta_1$ 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 $\eta_1$ 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 $\eta_2$ の低下は、第1効率 $\eta_1$ 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 $\eta_1$ は、第2DDC30の第2効率 $\eta_2$ 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 DDC 20に負荷電流  $I_L$  を供給させない。

【0055】

一方、ステップ S14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 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  $I_L$  を、第1出力電流  $I_{out1}$  として設定する。

【0056】

ステップ S18では、第2 DDC 30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。すなわち、負荷電流  $I_L$  が第1負荷閾値  $T_{HL1}$  以上である場合は、第1 DDC 20のみで負荷電流  $I_L$  を供給させ、第2 DDC 30に負荷電流  $I_L$  を供給させない。

10

【0057】

ステップ S13において、第1端子電圧  $V_{b1}$  が第2電圧範囲  $R_{V2}$  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  $V_{b1}$  は、各電圧範囲  $R_{V1}$  ,  $R_{V3}$  に含まれるため、第2 DDC 30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  $I_{out2}$  のみで負荷電流  $I_L$  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  $I_{out1}$  を0に設定し、第2出力電流  $I_{out2}$  を負荷電流  $I_L$  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  $I_{out1}$  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  $I_{out1}$  と、第1電流  $I_{H1}$  に応じて推定した第1出力電流  $I_{out1}$  との偏差  $I_1$  を算出する。そして、算出した偏差  $I_1$  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  $I_1$  を入力値とし、上位電圧指令値  $V_{P^*}$  の補正値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値により上位電圧指令値  $V_{P^*}$  を補正し、補正後の上位電圧指令値  $V_{P^*}$  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  $I_{out2}$  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  $I_{out2}$  と、第2電流  $I_{H2}$  に応じて推定した第2出力電流  $I_{out2}$  との偏差  $I_2$  を算出する。そして、算出した偏差  $I_2$  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  $I_2$  を入力値とし、上位電圧指令値  $V_{P^*}$  の補正値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値により上位電圧指令値  $V_{P^*}$  を補正し、補正後の上位電圧指令値  $V_{P^*}$  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2 DDC 20、30を動作させる。ステップ S22が動作制御部に相当する。

【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。

40

【0062】

・制御装置 10は、第1端子電圧  $V_{b1}$  及び負荷電流  $I_L$  に基づいて、第1、第2 DDC 20、30における負荷電流  $I_L$  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2 DDC 20、30を動作させることとした。この場合、第1、第2 DDC 20、30の各効率  $\eta_1$  ,  $\eta_2$  を考慮して、各出力電流  $I_{out1}$  ,  $I_{out2}$  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  $V_{b1}$  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  $V_{b1}$  が第2電圧範囲  $R_{V2}$  に含まれる場合に、第1

50

出力電流  $I_{out1}$  を第2出力電流  $I_{out2}$  よりも多くする。また、制御装置10は、第1端子電圧  $V_{b1}$  が第1電圧範囲  $RV1$  又は第3電圧範囲  $RV3$  に含まれる場合に、第2出力電流  $I_{out2}$  を第1出力電流  $I_{out1}$  よりも多くする。上記構成により、第1端子電圧  $V_{b1}$  が変動する場合でも、効率が低い方の  $DDC20, 30$  の出力電流  $I_{out1}, I_{out2}$  が、効率が低い方の  $DDC30$  の出力電流  $I_{out1}, I_{out2}$  よりも多くなる。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  $RV2$  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  $RV2$  10  
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。

#### 【0065】

・制御装置10は、第1端子電圧  $V_{b1}$  が第2電圧範囲  $RV2$  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  $RV2$  に含まれ、負荷電流  $I_L$  20  
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。

#### 【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  $RV2$  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  $I_L$  30  
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  $ThL2$  は、第1定格電流  $I_{r1}$  を示す値である。また、第3負荷閾値  $ThL3$  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  $ThL2$  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  $ThL2$  よりも大きくかつ第3負荷閾値  $ThL3$  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。

#### 【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  $ThL2$  よりも小さい場合、制御装置10は第1  $DDC10$  40  
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  $ThL2$  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。

#### 【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  $ThL2$  とを比較する。ステップS 50

31において、負荷電流 $I_L$ が第2負荷閾値 $ThL2$ より小さいと判定すれば、ステップS32に進む。

【0072】

ステップS32では、ステップS12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S33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S31において、負荷電流 $I_L$ が第2負荷閾値 $ThL2$ 以上であると判定すれば、ステップS34に進む。ステップS34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S35では、負荷電流 $I_L$ からステップS34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S20では、ステップS32、S34及びS19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 $V1^*$ を設定する。ステップS21では、ステップS33、S35及びS19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 $V2^*$ を設定する。

【0076】

20

以上説明した本実施形態では、以下の効果を奏する。

【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 $ThL1$ 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 $ThL1$ 以上であり、かつ第3負荷閾値 $ThL3$ 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 $ThL3$ 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S14において、負荷電流 $I_L$ が第1負荷閾値 $ThL1$ 以上であれば、ステップS41に進み、負荷電流 $I_L$ の最大値付近を示す第3負荷閾値 $ThL3$ と比較する。ステップS41において、負荷電流 $I_L$ が第3負荷閾値 $ThL3$ より小さいと判定すると、

50

ステップ S 1 7 に進む。ステップ S 4 1 が負荷判定部に相当する。

【 0 0 8 3 】

一方、ステップ S 4 1 において、負荷電流  $I_L$  が第 3 負荷閾値  $T_{HL3}$  以上であると判定すると、ステップ S 4 2 に進む。ステップ S 4 2 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 4 3 では、第 2 出力電流  $I_{out2}$  を第 2 定格電流  $I_{r2}$  に設定する。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 2 0 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 2 1 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 6 0 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

【 0 0 8 5 】

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

【 0 0 8 6 】

・制御装置 1 0 は、負荷電流  $I_L$  の最大値付近では、第 1 , 第 2 DDC 2 0 , 3 0 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 2 0 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 1 0 0 のコストを抑えることができる。

20

【 0 0 8 7 】

( 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。

【 0 0 8 8 】

第 2 DDC 3 0 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 2 0 の分担量が第 1 定格電流  $I_{r1}$  を超えた後に、第 2 DDC 3 0 を補助的に動作させると、負荷電流  $I_L$  の増加に第 2 DDC 3 0 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 1 0 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 2 0 , 3 0 のそれぞれの分担量を設定する。

30

【 0 0 8 9 】

図 1 2 は、第 4 実施形態に係る第 1 , 第 2 DDC 2 0 , 3 0 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 1 2 のフローチャートで示す処理は、制御装置 1 0 により所定の制御周期で繰り返し実施される。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 4 において、負荷電流  $I_L$  が第 1 負荷閾値  $T_{HL1}$  以上であると判定すると、ステップ S 5 1 に進む。ステップ S 5 1 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  $SR$  が上限閾値  $U_L$  より小さい場合、ステップ S 1 7 に進む。ステップ S 5 1 が上限判定部に相当する。

【 0 0 9 1 】

40

ステップ S 1 7 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 1 8 では、第 2 出力電流  $I_{out2}$  を 0 に設定する。

【 0 0 9 2 】

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 5 3 に進む。ステップ S 5 3 , S 5 4 では、負荷電流  $I_L$  の増加に応じて設定される第 1 DDC 2 0 の分担量が第 1 定格電流  $I_{r1}$  を超えないように、第 2 DDC 3 0 の分担量を設定する。例えば、ステップ S 5 3 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 1 2 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 5 4 では、負荷電流  $I_L$  からステップ S 5 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

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 $V1^*$ 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 $V2^*$ 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を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を共に動作させるものであってもよい。

【0097】

20

(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 $ThL4$ と比較する。第4負荷閾値 $ThL4$ は、第2DDC20の第2定格電流 $I_{r2}$ を示す値である。

【0100】

30

ステップS61において、負荷電流 $I_L$ が第4負荷閾値 $ThL4$ 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。

【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 $ThL4$ 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】

40

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。

【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 $V2^*$ 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 $V1^*$ 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】

50

・制御装置 10 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $V_{R2}$  以外となる場合においても、第 2 DDC 30 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 DDC 20 , 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 DDC 20 と第 2 DDC 30 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 DDC 20 , 30 を高い効率  $\eta_1$  ,  $\eta_2$  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 DDC 20 , 30 のトランスの巻数比が定められている。以下では、第 1 DDC 20 のトランスの巻数比を  $N_1$  とし、第 2 DDC 30 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 DDC 20 の巻数比  $N_1$  は、第 2 DDC 30 の巻数比  $N_2$  よりも小さい値となっている。

#### 【0108】

第 1 DDC 20 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $R_{V2}$  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 DDC 30 は、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 1 電圧範囲  $R_{V1}$  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  $S_{13}$  で、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $R_V$  に含まれると判定すると、第 1 DDC 20 を優先的に動作させるよう第 1 , 第 2 DDC 20 , 30 の分担量を設定する(ステップ  $S_{14} \sim S_{18}$ )。また、ステップ  $S_{13}$  において、第 1 端子電圧  $V_{b1}$  が第 2 電圧範囲  $R_V$  に含まれないと判定すると、第 2 DDC 20 を優先的に動作させるよう第 1 , 第 2 DDC 20 , 30 の分担量を設定する(ステップ  $S_{19}$ )。

#### 【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 DDC 20 , 30 の効率  $\eta_1$  ,  $\eta_2$  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  $\eta$  の関係を示す図である。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  $R_{V4}$  と、第 5 電圧範囲  $R_{V5}$  と、第 6 電圧範囲  $R_{V6}$  とに区別している。第 4 電圧範囲  $R_{V4}$  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  $R_{V5}$  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  $R_{V5}$  に含まれる電圧値は第 4 境界値よりも小さく、第 6 電圧範囲  $R_{V6}$  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  $R_{V4}$  の最小値は、第 1 , 第 2 DDC 20 , 30 の各出力電圧  $V_{out1}$  ,  $V_{out2}$  の下限値であり、第 6 電圧範囲  $R_{V6}$  の最大値は、第 1 , 第 2 DDC 20 , 30 の各出力電圧  $V_{out1}$  ,  $V_{out2}$  の上限値である。

#### 【0112】

第 1 DDC 20 の第 1 効率  $\eta_1$  は、第 5 電圧範囲  $R_{V5}$  において、第 2 DDC 30 の第 2 効率  $\eta_2$  よりも高い値となる。図 14 では、第 5 電圧範囲  $R_{V5}$  において、第 1 効率  $\eta_1$  は第 3 効率閾値  $\eta_{th3}$  より高い値であるのに対して、第 2 効率  $\eta_2$  は第 3 効率閾値  $\eta_{th3}$  より低い値となる。一方、第 4 , 第 6 電圧範囲  $R_{V4}$  ,  $R_{V6}$  において、第 1 効率  $\eta_1$  は第 2 効率  $\eta_2$  よりも低い値となる。

#### 【0113】

また、各出力電圧  $V_{out1}$  ,  $V_{out2}$  が第5電圧範囲  $RV5$  から第4電圧範囲  $RV4$  又は第6電圧範囲  $RV6$  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  $RV4 \sim RV6$  において、第1 DDC20の第1効率  $\eta_1$  は、第3効率閾値  $\eta_{th3}$  以上の値から第4効率閾値  $\eta_{th4}$  以下の値に変動する。一方、各電圧範囲  $RV4 \sim RV6$  において、第2効率  $\eta_2$  は、第4効率閾値  $\eta_{th4}$  以上でかつ第3効率閾値  $\eta_{th3}$  未満の値に変動する。第4効率閾値  $\eta_{th4}$  は第3効率閾値  $\eta_{th3}$  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1 DDC20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  $V1^*$  に応じて、第1 DDC20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  $RV5$  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  $RV5$  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1 DDC20の分担量と、第2 DDC30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  $RV5$  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2 DDC30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】

30

・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2 DDC20, 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。

#### 【0120】

(その他の実施形態)

・第1, 第2 DDC20, 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2 DDC20, 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  $RV2$  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1 DDC20の分担量を、第2 DDC30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  $RV2$  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2 DDC30の分担量を、第1 DDC20の分担量よりも多くする。

40

#### 【0121】

・第1 DDC20をフライバック方式のコンバータにより構成し、第2 DDC30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1 DDC20は第2電圧範囲  $RV2$  において第2 DDC30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。

【 0 1 2 3 】

・第 1 , 第 2 D D C 2 0 , 3 0 は、車両以外の装置に搭載されるものであってもよい。

【 0 1 2 4 】

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

【 0 1 2 5 】

・制御システム 1 0 0 は、第 2 蓄電池 5 5 を備えていなくともよい。

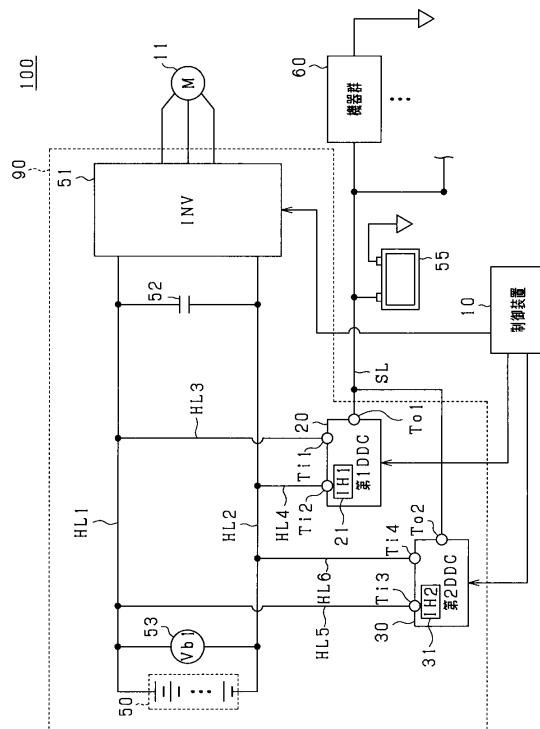
【符号の説明】

【 0 1 2 6 】

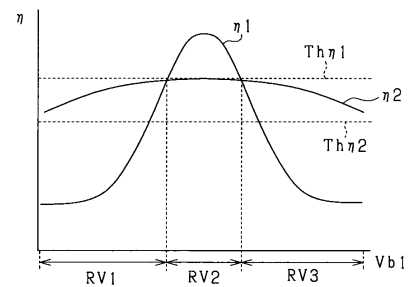
1 0 ... 制御装置、 2 0 ... 第 1 D C / D C コンバータ、 3 0 ... 第 2 D C / D C コンバータ、 5 0 ... 第 1 蓄電池、 9 0 ... 電力変換システム、 1 0 0 ... 制御システム、 I L ... 負荷電流。

10

【図 1】



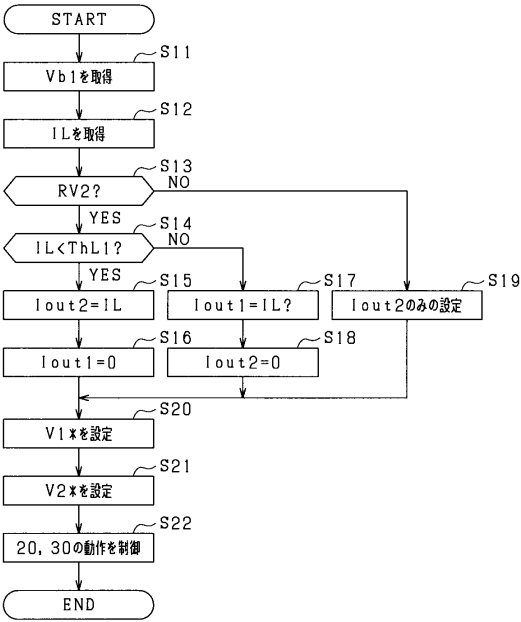
【図 2】



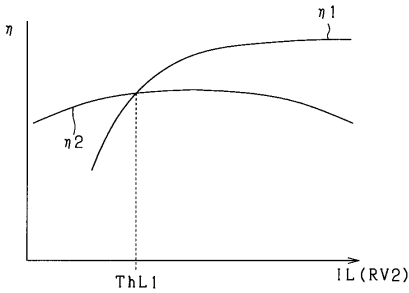
【図 3】

	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】



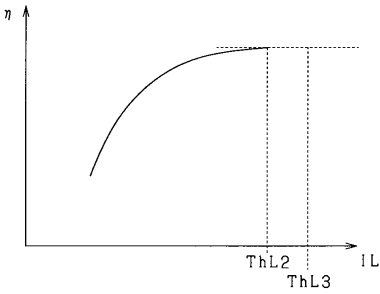
【図 5】



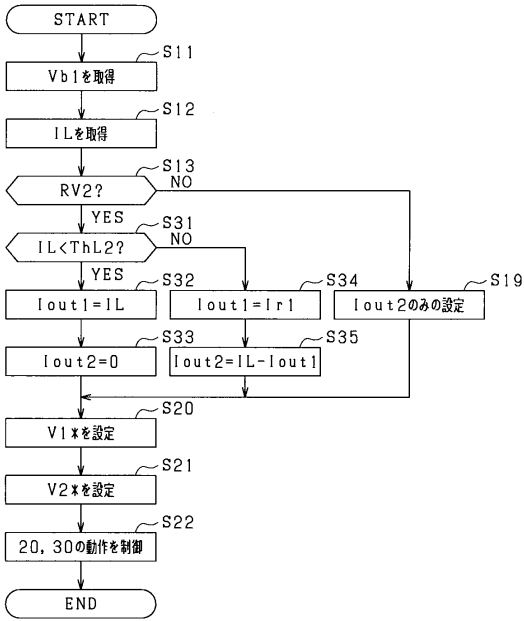
【図 6】

	第1DDC (I <sub>r1</sub> =150A)	第2DDC (I <sub>r2</sub> =30A)
IL<ThL1	—	ilout2
IL≥ThL1	ilout1	—

【図 7】



【図 9】



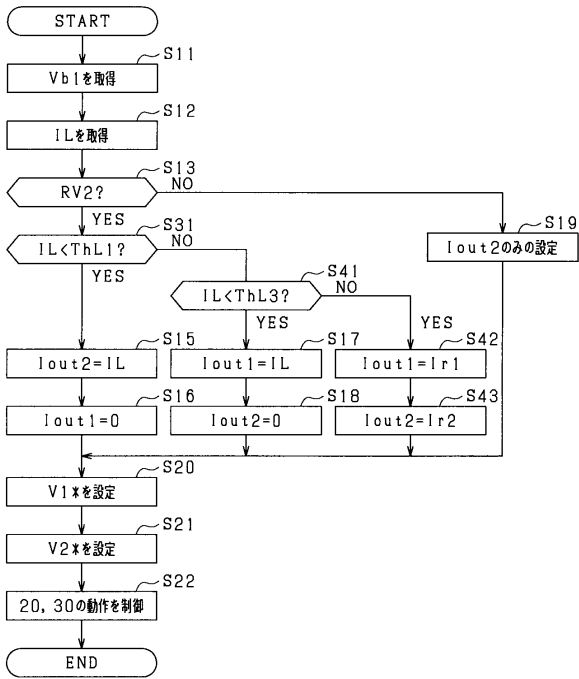
【図 8】

	第1DDC (I <sub>r1</sub> =75A)	第2DDC (I <sub>r2</sub> =75A)
IL<ThL2	ilout1	—
IL≥ThL2	ilout1	ilout2

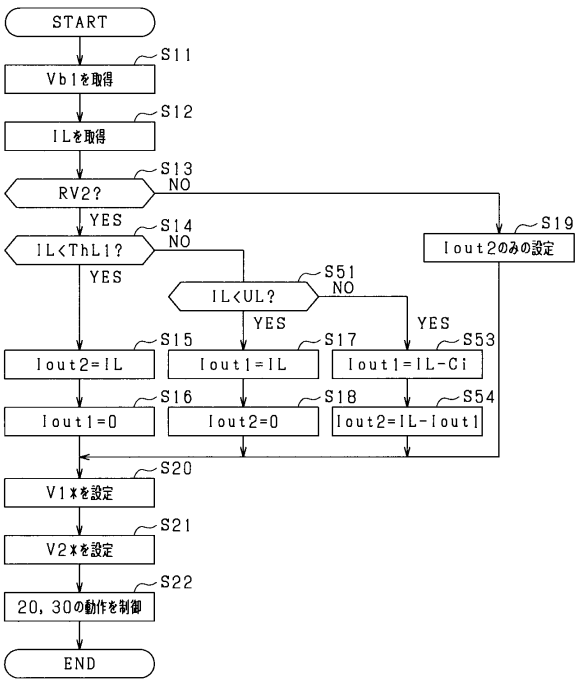
【図 10】

	第1DDC ( $I_{r1}=120A$ )	第2DDC ( $I_{r2}=30A$ )
$I_L < ThL1$	—	$I_{out2}$
$ThL1 \leq I_L < ThL3$	$I_{out1}$	—
$I_L \geq ThL3$	$I_{out1}$	$I_{out2}$

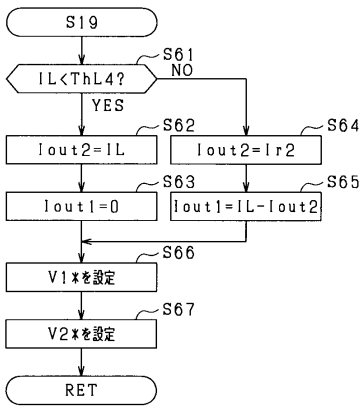
【図 11】



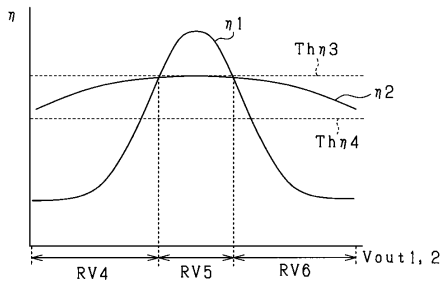
【図 12】



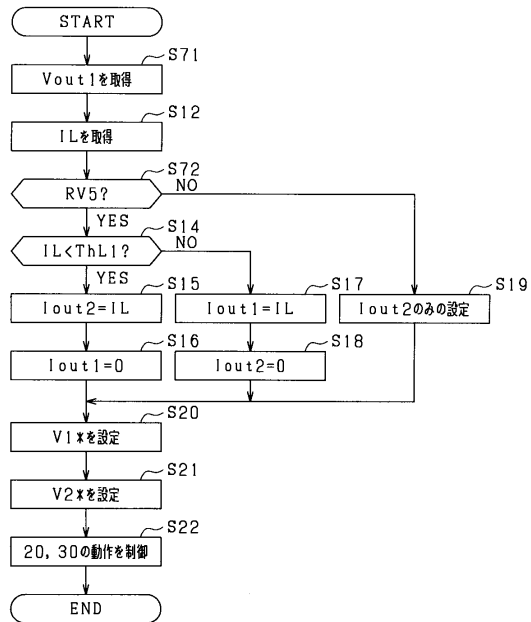
【図 13】



【図 14】



【図 15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 瀧澤 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