

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月25日(25.07.2024)

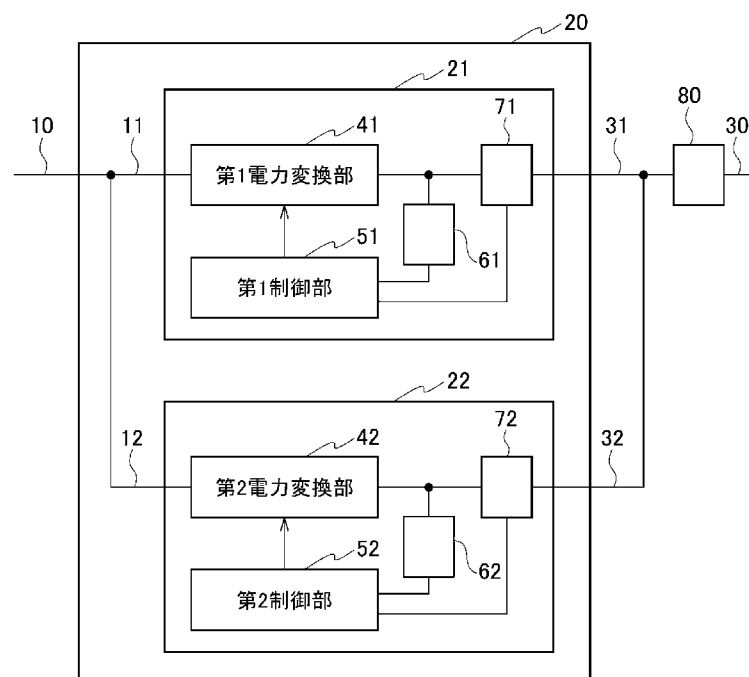


(10) 国際公開番号
WO 2024/154216 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 3/00 (2006.01) *G05F 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/001137
- (22) 国際出願日: 2023年1月17日(17.01.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 阿部 田 浩 之 (ABETA Hiroyuki); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社知的財産部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(54) Title: ELECTRIC POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 電力変換装置



- 41 First electric power conversion unit
- 42 Second electric power conversion unit
- 51 First control unit
- 52 Second control unit

(57) Abstract: An electric power conversion device 20 formed by connecting a plurality of DC-DC converters in parallel. To each of a plurality of DC-DC converters 21 to 2n, a current control value is set as the maximum current value which can be output. Each of the plurality of DC-DC converters 21 to 2n includes a control unit which controls the value of its own output voltage such that the value of its own output current does not exceed the current control value. An electric power capacity and the current control value of the first DC-DC converter 21 included in the plurality of DC-DC converters 21 to 2n are different from the electric power capacity and the current control value of the second DC-DC converter 22



WO 2024/154216 A1

SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

included in the plurality of DC-DC converters 21 to 2n.

- (57) 要約: 複数のDC-DCコンバータが並列に接続された電力変換装置20であって、複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々には、出力することができる最大の電流値として電流制御値が設定される。複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々は、自己の出力電流の値が電流制御値を超えないように自己の出力電圧の値を制御する制御部を有する。複数のDC-DCコンバータ21~2nに含まれる第1のDC-DCコンバータ21の電力容量並びに電流制御値は、複数のDC-DCコンバータ21~2nに含まれる第2のDC-DCコンバータ22の電力容量並びに電流制御値と異なる。

明 細 書

発明の名称：電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は、電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、第1導電路と第2導電路との間で電力を変換する2つのDC-DCコンバータ（第1電力変換部及び第2電力変換部）を並列接続した電力変換装置が開示されている。この電力変換装置は、第2導電路を介して出力される出力電流の値が第1閾値未満である場合に、第1電力変換部及び第2電力変換部のうちの第2電力変換部のみが動作する第1動作状態に切り替わり得る。特許文献1の電力変換装置は、出力電流の値が第1閾値以上である場合又は第1閾値よりも大きい第2閾値以上である場合に、第1電力変換部及び第2電力変換部のうちの少なくとも第1電力変換部が動作する第2動作状態に切り替わり得る。特許文献1の技術は、この構成により、複数のDC-DCコンバータが並列に接続された電力変換装置において負荷状態に応じた動作を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2021-182447号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、特許文献1の電力変換装置は、並列接続された複数のDC-DCコンバータを協調させて並列運転させるための制御信号を各DC-DCコンバータに送信する並列運転用の中央制御部を必要とする。また、中央制御部と各DC-DCコンバータを接続する信号線を必要とする。このため、電力変換装置内の構成が複雑化する。

[0005] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、複数のD

C-D Cコンバータを並列運転させるための中央制御部を必要とせず、電力変換装置内の構成をより簡易化した電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係る電力変換装置は、複数のDC-D Cコンバータが並列に接続された電力変換装置であって、複数のDC-D Cコンバータの各々には、出力することができる最大の電流値として電流制御値が設定され、複数のDC-D Cコンバータの各々は、自己の出力電流の値が電流制御値を超えないように自己の出力電圧を制御する制御部を有し、複数のDC-D Cコンバータに含まれる第1のDC-D Cコンバータの電力容量並びに電流制御値は、複数のDC-D Cコンバータに含まれる第2のDC-D Cコンバータの電力容量並びに電流制御値と異なる。

発明の効果

[0007] 本発明の一態様によれば、複数のDC-D Cコンバータを並列運転させるための中央制御部を必要とせず、電力変換装置内の構成をより簡易化することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、一実施形態に係る電力変換装置を含む車載用の電源システムを概略的に例示するブロック図である。

[図2]図2は、第1実施形態に係る電力変換装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、第1実施形態に係る電力変換装置の出力電流と、第1出力電圧及び第2出力電圧との関係を示すグラフである。

[図4]図4は、第2実施形態に係る電力変換装置の出力電流と、第1出力電圧及び第2出力電圧との関係を示すグラフである。

[図5A]図5Aは、図3において出力電流が急増または急減するときの、第1及び第2出力電圧の変化について説明する図である。

[図5B]図5Bは、図3において出力電流が急増または急減するときの、第1及び第2出力電圧の変化について説明する図である。

[図6A]図 6 A は、第 3 実施形態に係る電力変換装置の第 1 電力変換部及び第 2 電力変換部の各々を単独で動作させたときの、第 1 電力変換部及び第 2 電力変換部の電流電圧特性の一例を示すグラフである。

[図6B]図 6 B は、図 6 A における第 1 電力変換部及び第 2 電力変換部の動作を説明するための図である。

[図7A]図 7 A は、図 6 B において負荷電流が急増または急減するときの第 1 及び第 2 出力電圧の変化について説明するための図である。

[図7B]図 7 B は、図 6 B において負荷電流が急増または急減するときの第 1 及び第 2 出力電圧の変化について説明するための図である。

[図8A]図 8 A は、図 4 において第 2 出力電圧を 14 V から低下するときの、第 1 出力電圧及び第 2 出力電圧の変化について説明する図である。

[図8B]図 8 B は、第 4 実施形態に係る電力変換装置の第 1 電力変換部及び第 2 電力変換部の各々を単独で動作させたときの、第 1 電力変換部及び第 2 電力変換部の電流電圧特性の一例を示すグラフである。

[図8C]図 8 C は、図 8 B における第 1 電力変換部及び第 2 電力変換部の動作を説明するための図である。

[図9]図 9 は、第 4 実施形態の第 1 変形例に係る電力変換装置の第 1 制御部及び第 2 制御部の動作の一例を示すフローチャートである。

[図10]図 10 は、第 4 実施形態の変形例に係る電力変換装置における、電流占有率と電流変化率の条件の一例を示すグラフである。

[図11]図 11 は、第 4 実施形態の変形例に係る電力変換装置における、電流占有率と電流変化率の条件の一例を示すグラフである。

[図12]図 12 は、第 5 実施形態に係る電力変換装置を含む車載用の電源システムを概略的に例示するブロック図である。

[図13]図 13 は、第 5 実施形態に係る電力変換装置の構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態及びその変形例について、図面を参照して説明す

る。図面の記載において同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

[0010] まず、本発明の一実施形態に係る電力変換装置を含む車載用の電源システムの概要について説明する。図1で示される車載用の電源システム100は、例えば電気自動車等の車両に搭載される車載用の直流電圧供給システムとして機能し得る。電源システム100は、負荷102に一定の直流電圧を供給し得る。電源システム100は、電力変換装置20とバッテリー101とを備える。

[0011] 負荷102は、車両に搭載される電気機器であればよく、例えば、エンジンやモータを稼動するのに必要な付属機器（セルモータ、オルタネータ及びラジエータクーリングファン等）であってもよい。負荷102の種類及び数は限定されず、電動パワーステアリングシステム、電動パーキングブレーキ、照明、ワイパー駆動部、ナビゲーション装置等を含んでいてもよい。

[0012] バッテリー101は、高電圧（例えば300V）を供給するバッテリー（例えば2次電池）である。バッテリー101における高電位側の正極端子は、第1導電路10に電氣的に接続されている。バッテリー101における低電位側の負極端子は、図示されていないグラウンドに電氣的に接続されている。

[0013] 電力変換装置20は、複数のDC-DCコンバータ21~2nを備える。複数のDC-DCコンバータ21~2nは、第1導電路10と第2導電路30との間に並列に接続されている。電力変換装置20は、第1導電路10と第2導電路30との間で電力変換を行う装置である。電力変換装置20は、バッテリー101から第1導電路10を介して入力される入力電圧を降圧し、第2導電路30に対して第1導電路10の電圧よりも低い出力電圧を印加する動作を行い得る。

[0014] なお、本明細書において、特別な説明が無い限り、電圧とは基準電位との電位差を意味する。例えば、第1導電路10の電圧は、第1導電路10と基準電位との電位差を意味し、第2導電路30の電圧は、第2導電路30と基準電位との電位差を意味する。なお、以下の例では、第1導電路10側の基準電位を生じさせる導電路と第2導電路30側の基準電位を生じさせる導電

路は絶縁されている。複数のDC-DCコンバータ21~2nはそれぞれ、バッテリー101から入力される直流電圧を所定の出力電圧にそれぞれ変換して、各々の出力端子から出力する。上記の構成により、電力変換装置20は、負荷102に対して負荷電流を出力する。

[0015] 一実施形態に係る電力変換装置20において、複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々には、出力することができる最大の電流値として電流制御値が設定される。複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々は、自己の出力電流の値が前記電流制御値を超えないように自己の出力電圧の値を制御する制御部を有する。複数のDC-DCコンバータ21~2nに含まれる第1のDC-DCコンバータ21の電力容量並びに電流制御値は、複数のDC-DCコンバータ21~2nに含まれる第2のDC-DCコンバータ22の電力容量並びに電流制御値と異なる。

[0016] [第1実施形態]

以下の説明では、2つのDC-DCコンバータが並列に接続された場合を例として、本発明を適用した第1実施形態について図面を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

[0017] 図2は、第1実施形態に係る電力変換装置20の構成の一例を示すブロック図である。電力変換装置20は、例えば、並列に接続された2つのDC-DCコンバータ（第1及び第2のDC-DCコンバータ）21、22を有する。具体的には、第1のDC-DCコンバータ21の第1電力変換部41と、第2のDC-DCコンバータ22の第2電力変換部42とが第1導電路10と第2導電路30との間に並列に接続されている。

[0018] 第1のDC-DCコンバータ21は、電力変換を行う第1電力変換部41と、第1のDC-DCコンバータ内の制御部である第1制御部51と、第1電圧値検出部61と、第1電流値検出部71と、を有する。

[0019] 第1電力変換部41は、第1導電路10から第1入力路11を介して入力される電力を変換し、第1出力路31を介して第2導電路30に電力を出力

する動作を行う。第1入力路11は、第1導電路10から分岐した導電路であり、一端が第1導電路10に電氣的に接続され、他端が第1電力変換部41に電氣的に接続される。第1出力路31は、一端が第1電力変換部41に電氣的に接続され、他端が第2導電路30に電氣的に接続される。

[0020] 第1電圧値検出部61は、第1出力路31の電圧値を検出し、第1制御部51に電圧値を示す信号を入力する。第1電力変換部41が電力変換動作を行う場合、第1電圧値検出部61は、第1電力変換部41が第1出力路31に印加する第1出力電圧の電圧値を検出する。

[0021] 第1電流値検出部71は、第1出力路31の途中に介在する。第1電流値検出部71は、第1出力路31を流れる電流値を検出し、電流値を示す信号を第1制御部51に入力する。第1電力変換部41が電力変換動作（具体的には降圧動作）を行う場合、第1電流値検出部71は、第1電力変換部41が第1出力路31を介して出力する第1出力電流の電流値を検出する。

[0022] 第1制御部51は、情報処理機能を有する制御装置として構成され、例えば、内部メモリを含むマイクロコンピュータによって構成されている。内部メモリには、第1制御部51が実行すべきプログラム及び必要なパラメータ等が記憶されている。第1制御部51は、第1電力変換部41の動作に必要な設定値を算出し、第1電力変換部41に設定する。

[0023] 第1制御部51は、第1電力変換部41が出力することができる最大の電流値として、第1電流制御値を設定する。第1制御部51は、第1電力変換部41の出力電流である第1出力電流が第1電流制御値を超えないように、第1電力変換部41の出力電圧である第1出力電圧を制御する。第1制御部51が第1出力電圧を制御する動作の詳細については、後述する。

[0024] なお、第1電力変換部41を単独で動作させたときの、第1電力変換部41の電流電圧特性は一定であり、本実施形態では、第1出力電流の値に対する第1出力電圧の値が一定である。

[0025] 第2のDC-DCコンバータ22は、電力変換を行う第2電力変換部42と、第2のDC-DCコンバータ内の制御部である第2制御部52と、第2

電圧値検出部 6 2 と、第 2 電流値検出部 7 2 と、を有する。なお、第 2 の DC-DC コンバータ 2 2 の電力容量は、第 1 の DC-DC コンバータの電力容量より小さいものとする。

[0026] 第 2 電力変換部 4 2 は、第 1 導電路 1 0 から第 2 入力路 1 2 を介して入力される電力を変換し、第 2 出力路 3 2 を介して第 2 導電路 3 0 に電力を出力する動作を行う。第 2 入力路 1 2 は、第 1 導電路 1 0 から分岐した導電路であり、一端が第 1 導電路 1 0 に電氣的に接続され、他端が第 2 電力変換部 4 2 に電氣的に接続される。第 2 出力路 3 2 は、一端が第 2 電力変換部 4 2 に電氣的に接続され、他端が第 2 導電路 3 0 に電氣的に接続される。

[0027] 第 2 電圧値検出部 6 2 は、第 2 出力路 3 2 の電圧値を検出し、第 2 制御部 5 2 に電圧値を示す信号を入力する。第 2 電力変換部 4 2 が電力変換動作を行う場合、第 2 電圧値検出部 6 2 は、第 2 電力変換部 4 2 が第 2 出力路 3 2 に印加する第 2 出力電圧の電圧値を検出する。

[0028] 第 2 電流値検出部 7 2 は、第 2 出力路 3 2 の途中に介在する。第 2 電流値検出部 7 2 は、第 2 出力路 3 2 を流れる電流値を検出し、電流値を示す信号を第 2 制御部 5 2 に入力する。第 2 電力変換部 4 2 が電力変換動作（具体的には降圧動作）を行う場合、第 2 電流値検出部 7 2 は、第 2 電力変換部 4 2 が第 2 出力路 3 2 を介して出力する第 2 出力電流の電流値を検出する。

[0029] 第 2 制御部 5 2 は、情報処理機能を有する制御装置として構成され、例えば、内部メモリを含むマイクロコンピュータによって構成されている。内部メモリには、第 2 制御部 5 2 が実行すべきプログラム及び必要なパラメータ等が記憶されている。第 2 制御部 5 2 は、第 2 電力変換部 4 2 の動作に必要な設定値を算出し、第 2 電力変換部 4 2 に設定する。

[0030] 第 2 制御部 5 2 は、第 2 電力変換部 4 2 が出力することができる最大の電流値として、第 2 電流制御値を設定する。なお、第 2 電流制御値は、第 1 電流制御値より低い値に設定される。第 2 制御部 5 2 は、第 2 電力変換部 4 2 の出力電流である第 2 出力電流の値が第 2 電流制御値を超えないように、第 2 電力変換部 4 2 の出力電圧である第 2 出力電圧を制御する。第 2 制御部 5

2が第2出力電圧を制御する動作の詳細については、後述する。

[0031] なお、第2電力変換部42を単独で動作させたときの、第2電力変換部42の電流電圧特性は一定であり、本実施形態では、第2出力電流の値に対する第2出力電圧の値が一定である。

[0032] また、第2制御部52は、電力変換装置20が備える負荷電流値検出部80に接続されている。負荷電流値検出部80は、第2導電路30の途中に存在する。負荷電流値検出部80は、第2導電路30を流れる電流値を検出し、電流値を示す信号を第2制御部52に入力する。第1及び第2電力変換部41、42が電力変換動作（具体的には降圧動作）を行う場合、負荷電流値検出部80は、電力変換装置20が第2出力路32を介して出力する出力電流の値を検出する。なお、電力変換装置20が第2出力路32を介して出力する出力電流は、電力変換装置20に接続された負荷102に出力される負荷電流である。すなわち、負荷電流値検出部80は、負荷電流の電流値を検出する。

[0033] [第1制御部及び第2制御部の動作]

第1実施形態における第1制御部51及び第2制御部52の動作について、図3を参照して説明する。以降の説明では、第1電力変換部41の第1電流制御値は200Aに設定されており、第2電力変換部42の第2電流制御値は100Aに設定されているものとする。なお、第1電流制御値及び第2電流制御値の値は限定されるものではなく、第2電流制御値が第1電流制御値よりも小さい値に設定されればよい。

[0034] 図3は、第1実施形態に係る電力変換装置20の出力電流（負荷電流）と、第1出力電圧及び第2出力電圧との関係を示すグラフである。図3の横軸は、電力変換装置20の出力電流、すなわち、電力変換装置20から負荷102に出力される負荷電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図3においては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0035] 図3に示す例では、第1制御部51は、まず、第1出力電圧を14V（第

1 電圧値) に制御する。第 1 制御部 5 1 は、第 1 出力電流の値が 200 A まで増加すると、第 1 出力電流が 200 A を超えないように、第 1 出力電圧を 14 V から低下させる。また、第 2 制御部 5 2 は、第 2 出力電圧を 13 V (第 2 電圧値) に制御する。なお、第 1 出力電圧及び第 2 出力電圧の値は限定されるものではなく、第 2 出力電圧が第 1 出力電圧よりも低い値に設定されればよい。

[0036] 図 3 において、負荷電流が 0 A から第 1 電流制御値である 200 A になるまでは、第 2 電力変換部 4 2 より出力電圧が高い第 1 電力変換部 4 1 だけが、第 1 出力電流を出力する。第 1 出力電流の電流値が 200 A まで増加すると、第 1 出力電流が 200 A を超えないように、第 1 出力電圧が 14 V から 13 V まで低下し、第 2 電力変換部 4 2 が、第 2 出力電流の出力を開始する。

[0037] すなわち、負荷電流が第 1 電流制御値になるまでは、第 1 電力変換部 4 1 のみから第 1 出力電流が出力される。負荷電流が第 1 電流制御値以上になると、第 2 電力変換部 4 2 から第 2 出力電流が出力されるため、第 1 出力電流と第 2 出力電流とを加算した出力電流が、電力変換装置 20 から出力される。

[0038] このように、第 1 実施形態に係る電力変換装置 20 では、負荷電流の値に基づいて、電力容量がより大きい第 1 電力変換部 4 1 のみから電力を出力する状態と、第 1 及び第 2 電力変換部 4 1、4 2 の両方から電力を出力する状態とが切り替わる。

[0039] (作用効果)

以上説明したように、第 1 実施形態によれば、以下の作用効果を得ることができる。

[0040] 第 1 実施形態に係る電力変換装置 20 は、複数の DC-DC コンバータ 2 1 ~ 2 n が並列に接続された電力変換装置である。複数の DC-DC コンバータ 2 1 ~ 2 n の各々には、出力することができる最大の電流値として電流制御値が設定される。複数の DC-DC コンバータ 2 1 ~ 2 n の各々は、自

己の出力電流の値が電流制御値を超えないように、自己の出力電圧の値を制御する制御部を有する。複数のDC-DCコンバータ21~2nに含まれる第1のDC-DCコンバータ21の電力容量並びに電流制御値は、複数のDC-DCコンバータに含まれる第2のDC-DCコンバータ22の電力容量並びに電流制御値と異なる。

[0041] 並列に接続された電力容量並びに電流制御値が異なる複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々が、自己の出力電流の値が自己の電流制御値を超えないように自己の出力電圧を制御する制御部を有する。これにより、並列接続された複数のDC-DCコンバータを協調させて並列運転させるための制御信号を各DC-DCコンバータに送信する並列運転用の中央制御部を備えることなく、複数のDC-DCコンバータ21~2nを電力変換装置20の出力に接続された負荷の状態に応じて適切に制御できる。中央制御部と各DC-DCコンバータを接続する信号線が不要となる。したがって、電力変換装置内の構成をより簡易化できる。これにより、電力変換装置20の製造コストを削減できる。信号線の取り付けスペースを省スペース化できる。信号線へのノイズの影響をなくすことができ、高ノイズ下の車両での誤動作を抑制できる。

[0042] また、第1実施形態に係る電力変換装置20は、複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々を単独で動作させたときの、複数のDC-DCコンバータ21~2nの各々の電流電圧特性が一定である。

[0043] また、第1実施形態に係る電力変換装置20は、複数のDC-DCコンバータ21~2nが、第1及び第2のDC-DCコンバータ21、22から成る場合、第1のDC-DCコンバータ21は、出力することができる最大の電流値として第1電流制御値が設定される。第1のDC-DCコンバータ21は、自己の出力電流である第1出力電流の値が第1電流制御値を超えないように、自己の出力電圧である第1出力電圧を制御する第1制御部51を有する。また、第2のDC-DCコンバータ22は、出力することができる最大の電流値として第2電流制御値が設定される。第2のDC-DCコンバー

タ 2 2 は、自己の出力電流である第 2 出力電流の電流値が第 2 電流制御値を超えないように、自己の出力電圧である第 2 出力電圧の電圧値を制御する第 2 制御部 5 2 を有する。また、第 2 の DC-DC コンバータ 2 2 の電力容量は、第 1 の DC-DC コンバータ 2 1 の電力容量より小さく、第 2 電流制御値は、第 1 電流制御値より低い。

[0044] また、第 1 実施形態に係る電力変換装置 2 0 は、第 1 及び第 2 の DC-DC コンバータ 2 1、2 2 の各々を単独で動作させたときの、第 1 及び第 2 の DC-DC コンバータ 2 1、2 2 の各々の電流電圧特性は、第 1 及び第 2 出力電流の値に対する第 1 及び第 2 出力電圧の電圧値が一定である。

[0045] 第 1 の DC-DC コンバータ 2 1 と、第 1 の DC-DC コンバータ 2 1 よりも電力容量並びに電流制御値が小さい第 2 の DC-DC コンバータ 2 2 の各々の制御部 5 1、5 2 が、自己の出力電流の値が自己の電流制御値を超えないように、自己の出力電圧を制御する。これにより、負荷電流の値に基づいて、第 1 及び第 2 の DC-DC コンバータのうちのいずれか一方から電力を出力する第 1 の状態と、前記第 1 及び第 2 の DC-DC コンバータの両方から電力を出力する第 2 の状態とが切り替わる。中央制御部を備えることなく複数の DC-DC コンバータを電力変換装置の出力に接続された負荷の状態に応じて適切に制御できる。

[0046] また、第 1 実施形態に係る電力変換装置 2 0 の第 1 制御部 5 1 は、第 1 出力電圧を第 1 電圧値に制御し、第 2 制御部 5 2 は、第 2 出力電圧を第 1 電圧値よりも低い第 2 電圧値に制御する。第 1 制御部 5 1 は、第 1 出力電流の値が第 1 電流制御値となると、第 1 出力電圧を低下させる。

[0047] これにより、負荷電流が第 1 電流制御値までは、電力容量がより大きい第 1 の DC-DC コンバータ 2 1 のみから第 1 出力電流が出力される。負荷電流が第 1 電流制御値まで増加すると、第 1 制御部 5 1 が第 1 出力電圧を低下させるため、電力容量がより小さい第 2 の DC-DC コンバータ 2 2 も、第 2 出力電流を出力するようになる。電力変換装置 2 0 は、まず第 1 の DC-DC コンバータ 2 1 のみを動作させて電力を出力し、負荷が増えた場合のみ

に、より電力容量が小さい第2のDC-DCコンバータ22を動作させて、電力を出力することができる。従って、第2のDC-DCコンバータ22が動作する頻度を少なくでき、第1のDC-DCコンバータ21よりも低寿命の部品選定を行うことができる。

[0048] [第2実施形態]

以下、本発明を適用した第2実施形態について図面を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。第2実施形態に係わる電力変換装置は、他の実施形態に係わる電力変換装置に対し、第1制御部51及び第2制御部52の動作に違いが有る。その他の構成は、図2に示す電力変換装置20と等しい。よって、相違する部分を中心に説明し、等しい部分については再度の説明を割愛する。

[0049] 第2実施形態に係る電力変換装置20の、第1制御部51及び第2制御部52の動作の例について、図4を参照して説明する。

[0050] 図4は、第2実施形態に係る電力変換装置20の出力電流（負荷電流）と、第1出力電圧及び第2出力電圧との関係を示すグラフである。図4の横軸は、電力変換装置20の出力電流、すなわち、電力変換装置20から負荷102に出力される負荷電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図4においては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0051] 図4に示す例では、第2制御部52は、第2出力電圧を14V（第1電圧値）に制御する。また、第1制御部51は、第1出力電圧を13V（第2電圧値）に制御する。第2制御部52は、第2出力電流の値が第2電流制限値である100Aまで増加すると、第2出力電流が100Aを超えないように、第2出力電圧を14Vから低下させる。なお、第1出力電圧及び第2出力電圧の値は限定されるものではなく、第1出力電圧が第2出力電圧よりも低い値に設定されればよい。

[0052] 図4において、負荷電流が0Aから第2電流制御値である100Aになるまでは、第1電力変換部41より出力電圧が高い第2電力変換部42だけが

、第2出力電流を出力する。第2出力電流の電流値が100Aまで増加すると、第2制御部52は、第2出力電流が100Aを超えないように、第2出力電圧を14Vから13Vまで低下し、第1電力変換部41が、第1出力電流の出力を開始する。

[0053] すなわち、負荷電流が第2電流制限値になるまでは、第2電力変換部42のみから第2出力電流が出力される。負荷電力が第2電流制限値以上になると、第1電力変換部41から第1出力電流が出力されるため、第1出力電流と第2出力電流とを加算した出力電流が電力変換装置20から出力される。

[0054] このように、第2実施形態に係る電力変換装置20では、負荷電流の値に基づいて、電力容量がより小さい第2電力変換部42のみから電力を出力する状態と、第1及び第2電力変換部41、42の両方から電力を出力する状態とが切り替わる。

[0055] (作用効果)

以上説明したように、第2実施形態によれば、以下の作用効果を得ることができる。

[0056] 第2実施形態に係る電力変換装置20の第2制御部52は、第2出力電圧を第1電圧値に制御し、第1制御部51は、第1出力電圧を第1電圧値よりも小さい第2電圧値に制御してもよい。この場合、第2制御部52は、第2出力電流の値が第2電流制御値となると、第2出力電圧を低下させる。

[0057] 負荷電流が第2電流制御値までは、電力容量がより小さい第2のDC-DCコンバータ22のみから第2出力電流が出力される。しかしながら、負荷電流が第2電流制御値まで増加すると、第2制御部52が第2出力電圧を低下させるため、電力容量がより大きい第1のDC-DCコンバータ21も、第1出力電流を出力するようになる。これにより、電力変換装置20は、まず第2のDC-DCコンバータ22のみを動作させて電力を出力し、負荷が増えたと、より電力容量が大きい第2のDC-DCコンバータ22を動作させて、電力を出力することができる。従って、軽負荷時には、より電力容量が小さい第2のDC-DCコンバータ22のみを動作させ、負荷電流が第2

電流制御値以上まで増加したときには、電力容量がより大きい第1のDC-DCコンバータ21を動作させる。これにより、全体での電力効変換率を向上できる。

[0058] [第3実施形態]

以下、本発明を適用した第3実施形態について図面を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。第3実施形態に係わる電力変換装置は、他の実施形態に係わる電力変換装置に対し、第1制御部51及び第2制御部52の動作に違いが有る。その他の構成は、図2に示す電力変換装置20と等しい。よって、相違する部分を中心に説明し、等しい部分については再度の説明を割愛する。

[0059] 図5A及び図5Bは、図3において負荷電流が急増または急減するときの、第1実施形態に係る電力変換装置20の第1及び第2出力電圧の変化について説明する図である。図5Aの右上及び右下のグラフの横軸は、経過時間を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図5Bの右下のグラフの横軸は、経過時間を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図5A及び図5Bにおいては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0060] 図5Aの左上及び左下のグラフに示すように、第1実施形態に係る電力変換装置20の第1制御部51は、第1出力電圧を14Vに一定に制御し、第2制御部52は、第2出力電圧を第1電圧値よりも低い13Vに一定に制御する。第1制御部51は、第1出力電流の値が第1電流制御値である200Aまで増加すると、第1出力電圧を低下させる。負荷電流が急増した場合、図5Aの右上のグラフに示すように、負荷電流が200Aのときに第1出力電圧の変化が大きくなり、第2出力電圧のアンダーシュートが発生することがある。

[0061] また、負荷電流が急減した場合、図5Aの右下のグラフに示すように、負荷電流が200Aのときに第1出力電圧の変化が大きくなり、第1出力電圧のオーバーシュートが発生することがある。

[0062] また、DC-DCコンバータの量産時には、各電力変換部からの出力電圧にバラつきがある。このため、第1電力変換部41の第1出力電圧と、第2電力変換部42の第2出力電圧の各々のバラつきの組み合わせによっては、第1出力電圧と第2出力電圧との出力電圧差が大きくなってしまふことがある。

[0063] 例えば、図5Bの上のグラフに示すように、第1実施形態に係る電力変換装置20の第1電力変換部41の第1出力電圧が範囲A1でバラつき、第2電力変換部42の第2出力電圧が範囲A2でバラつくとする。この場合、図5Bの左下のグラフに示すように、第1出力電圧と第2出力電圧との出力電圧差の最大値は、範囲A1及びA2の範囲を加算した範囲Gとなり、第1出力電圧と第2出力電圧の出力電圧差が大きくなる。このため、負荷電流が急激に変化して200Aとなったときに、第1出力電圧または第2出力電圧の電圧差が大きくなり、オーバーシュートまたはアンダーシュートが発生することがある。例えば、図5Bの右下のグラフは、負荷電流が急減した場合、負荷電流が200Aのときに第1出力電圧の変化が大きくなり、第1出力電圧のオーバーシュートが発生した状態を示している。

[0064] そこで、第3実施形態では、負荷電流が急増又は急減した際のアンダーシュート及びオーバーシュートを抑制するように、第1出力電圧及び第2出力電圧を制御する。

[0065] 第3実施形態に係る電力変換装置20の、第1制御部51及び第2制御部52の動作の例について、図6A及び図6Bを参照して説明する。

[0066] 図6Aは、第3実施形態に係る電力変換装置20の第1電力変換部41及び第2電力変換部42の各々を単独で動作させたときの、第1電力変換部41及び第2電力変換部42の電流電圧特性の一例を示すグラフである。図6Aの横軸は、第1出力電流及び第2出力電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図6Aにおいては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0067] 図6Aに示すように、第2電力変換部42を単独で動作させたときの第2

電力変換部42の電流電圧特性の傾きの絶対値は、第1電力変換部41を単独で動作させたときの第1電力変換部41の電流電圧特性の傾きの絶対値よりも大きい。すなわち、第2出力電流に対する第2出力電圧の低下幅は、第1出力電流に対する第1出力電圧の低下幅よりも大きい。

[0068] 図6Aにおいては、第1電力変換部41の電流電圧特性が、第1出力電流の値が0から第1電流制御値である200Aまで増加すると、第1出力電圧が、第2電圧値から第3電圧値まで低下するものとする。また、第2電力変換部42の電流電圧特性は、第2出力電流の値が0から第2電流制御値である100Aまで増加すると、第2出力電圧が第2電圧値よりも大きい第1電圧値から、第3電圧値よりも小さい第4電圧値まで低下するものとする。

[0069] 図6Bは、図6Aにおける第1電力変換部41及び第2電力変換部42の動作を説明するための図である。図6Bの横軸は、電力変換装置20の出力電流、すなわち、電力変換装置20から負荷102に出力される負荷電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図6Bにおいては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0070] 図6Bに示す例では、第2制御部52は、負荷電流の値が0以上第1電流値I1未満の範囲（I1領域）において、第2出力電圧が第1電圧値から第2電圧値まで低下するように第2出力電圧を制御する。第1制御部51は、負荷電流の値が第1電流値I1以上第2電流値I2未満の範囲（I2領域）において、第1出力電圧が第2電圧値から第3電圧値に低下するように第1出力電圧を制御する。第2制御部52は、負荷電流の値が第2電流値I2以上第3電流値I3未満の範囲（I3領域）において、第2出力電圧が第3電圧値から第4電圧値に低下するように第2出力電圧を制御する。なお、I2領域における負荷電流の変化量は、第1電流制御値に等しく、I1領域における負荷電流の変化量とI3領域における負荷電流の変化量の和は、第2電流制御値に等しい。

[0071] すなわち、図6Bにおいては、負荷電流がI1領域の範囲においては、第

2電力変換部42のみから第2出力電流が出力される。負荷電流が12領域の範囲まで増加すると、動作する電力変換部が第2電力変換部42から第1電力変換部41に切り替わり、第1電力変換部41のみから第1出力電流が出力される。そして、負荷電流が13領域の範囲まで増加すると、動作する電力変換部が第1電力変換部41から第2電力変換部42に切り替わり、第2電力変換部42のみが第2出力電流を出力する。

[0072] ここで、図6Bにおいて負荷電流が急増または急減するときの第1及び第2出力電圧の変化について、図7A及び図7Bを参照して説明する。図7Aの右上及び右下のグラフの横軸は、経過時間を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図7Bの各グラフの横軸は、電力変換装置20の出力電流、すなわち、電力変換装置20から負荷102に出力される負荷電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図7A及び図7Bにおいては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0073] 図7Aの右上のグラフに示すように、動作する電力変換部が第1電力変換部41から第2電力変換部42に切り替わるタイミングで負荷電流が急増した場合でも、負荷電流が大きくなるにつれて第2出力電圧が小さくなるため、第1電力変換部41から第2電力変換部42に切り替わるタイミングでの出力電圧の変化が抑えられている。このため、第2出力電圧のアンダーシュートが抑制され、出力電圧が安定する。

[0074] また、図7A右下のグラフに示すように、動作する電力変換部が第2電力変換部42から第1電力変換部41に切り替わるタイミングで負荷電流が急減した場合でも、負荷電流が小さくなるに連れて、第2出力電圧が大きくなるため、第2電力変換部42から第1電力変換部41に切り替わるタイミングでの出力電圧の変化が抑えられている。このため、第1出力電圧のオーバーシュートが抑制され、出力電圧が安定する。

[0075] また、図7Bの上のグラフに示すように、第1電力変換部41の第1出力電圧が範囲A1' でばらつき、第2電力変換部42の第2出力電圧が範囲A

2' でバラつくとする。このとき、例えば図7Bの左下のグラフに示すように、第1出力電圧が最も高い値にバラつき、第2出力電圧が最も低い値にバラついた場合であっても、第1出力電圧と第2出力電圧の出力電圧の差が生じない。また、例えば図7Bの右下のグラフに示すように、第1出力電圧が最も低い値にバラつき、第2出力電圧が最も高い値にバラついた場合であっても、第1出力電圧と第2出力電圧の出力電圧の差が生じない。このため、負荷電流が急激に変化したときにも、第1出力電圧または第2出力電圧のオーバーシュートまたはアンダーシュートの発生を抑制できる。

[0076] (作用効果)

以上説明したように、第3実施形態によれば、以下の作用効果を得ることができる。

[0077] 第3実施形態に係る電力変換装置20は、第2のDC-DCコンバータ22を単独で動作させたときの第2のDC-DCコンバータ22の電流電圧特性の傾きの絶対値が、第1のDC-DCコンバータ21を単独で動作させたときの第1のDC-DCコンバータ21の電流電圧特性の傾きの絶対値よりも大きい。第1のDC-DCコンバータ21の電流電圧特性は、第1出力電流の値が0から第1電流制御値まで増加すると、第1出力電圧が第2電圧値から第3電圧値まで低下する。第2のDC-DCコンバータ22の電流電圧特性は、第2出力電流の値が0から第2電流制御値まで増加すると、第2出力電圧が第2電圧値よりも大きい第1電圧値から、第3電圧値よりも小さい第4電圧値まで低下する。

[0078] また、第3実施形態に係る電力変換装置20の第2制御部52は、負荷電流の値が0以上第1電流値I1未満の範囲において、第2出力電圧が第1電圧値から第2電圧値まで低下するように第2出力電圧を制御する。第1制御部51は、負荷電流の値が第1電流値I1以上第2電流値I2未満の範囲において、第1出力電圧が第2電圧値から第3電圧値に低下するように第1出力電圧を制御する。第2制御部52は、負荷電流の値が第2電流値I2以上第3電流値I3未満の範囲において、第2出力電圧が第3電圧値から第4電圧

値に低下するように第2出力電圧を制御する。

[0079] 第3実施形態に係る電力変換装置20においては、第2のDC-DCコンバータ22が、第1のDC-DCコンバータ21よりも先に第2出力電流を出力する。第2のDC-DCコンバータ22の電流電圧特性が、第1のDC-DCコンバータ21の電流電圧特性よりも大きな傾きを持っており、負荷電流が大きくなるに連れて、第2出力電圧が小さくなる為、第1のDC-DCコンバータ21と第2のDC-DCコンバータ22とが切り替わるタイミングでの出力電圧の変化が抑えられている。このため、第1及び第2出力電圧のアンダーシュート及びオーバーシュートを抑制できる。

[0080] また、第1電力変換部41の第1出力電圧と、第2電力変換部42の第2出力電圧にばらつきがあっても、第1出力電圧と第2出力電圧の出力電圧の差が生じないため、第1及び第2出力電圧のアンダーシュート及びオーバーシュートを抑制できる。したがって、第1及び第2出力電圧が安定し、第1及び第2電力変換部41、42の内部回路の破壊を抑制できる。

[0081] [第4実施形態]

以下、本発明を適用した第4実施形態について図面を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。第4実施形態に係る電力変換装置は、他の実施形態に係る電力変換装置の第1制御部51及び第2制御部52の動作に違いが有る。その他の構成は、図2に示す電力変換装置20と等しい。よって、相違する部分を中心に説明し、等しい部分については再度の説明を割愛する。

[0082] 図8Aは、図4において第2出力電圧を14Vから低下するときの、第1出力電圧及び第2出力電圧の変化について説明する図である。図4では、第2制御部52は、第2出力電流の値が第2電流制御値である100Aとなると、第2出力電圧を14Vから低下させる。図8Aの上のグラフに示すように、第2制御部52が第2出力電圧を低下させることで、第2電力変換部42に並列に接続されている第1電力変換部41の第1出力電圧も低下する。第1電力変換部41は、このときの第1出力電圧の電圧低下を検知してから

、第1出力電流を出力する。

[0083] このように、第1又は2出力電流の値が第1又は第2電流制御値になったときに、第1又は第2出力電圧を低下させる場合には、負荷電流が急激に増加すると、図8Aの下のグラフに示すように、第1出力電圧の立ち上がり時間に要し、第2出力電圧から第1出力電圧への電圧降下が大きくなる。

[0084] そこで、第4実施形態では、負荷電流が急増した際の電圧低下を抑制するように第2電力変換部42の第2出力電圧を制御する。

[0085] 第4実施形態に係る電力変換装置20の、第1制御部51及び第2制御部52の動作の例について、図8B及び図8Cを参照して説明する。

[0086] 図8Bは、第4実施形態に係る電力変換装置20の第1電力変換部41及び第2電力変換部42の各々を単独で動作させたときの、第1電力変換部41及び第2電力変換部42の電流電圧特性の一例を示すグラフである。図8Bの横軸は、第1出力電流及び第2出力電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図8Bにおいては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0087] 図8Cは、図8Bにおける第1電力変換部41及び第2電力変換部42の動作を説明するための図である。図8Cの左上及び右上のグラフの横軸は、電力変換装置20の出力電流、すなわち、電力変換装置20から負荷102に出力される負荷電流の値を示し、縦軸は、第1出力電圧及び第2出力電圧の値を示す。図8Cの左上及び右上のグラフにおいては、実線のグラフが第1出力電圧の値を示し、破線のグラフが第2出力電圧の値を示している。

[0088] 図8B及び図8Cに示す例では、第1制御部51は、第1出力電圧を14V（第1電圧値）に一定に制御する。また、第2制御部52は、負荷電流の値が第1電流制御値になるまでは、第2出力電圧を14Vより低い値（第2電圧値）に一定に制御する。第2制御部52は、負荷電流の値が第1電流制御値よりも所定値だけ低い値まで増加すると、第2出力電圧を、第1出力電圧よりも高い15V（第3電圧値）に切り替える。なお、第1出力電圧及び第2出力電圧の値は限定されるものではなく、第2出力電圧が、第1出力電

圧よりも低い値から、第1出力電圧よりも高い値に切り替え可能に設定されればよい。

[0089] 図8Cに示すように、負荷電流が0Aから第1電流制御値である200Aよりも50Aだけ低い150Aまでの領域では、第2電力変換部42より出力電圧が高い第1電力変換部41だけが、第1出力電流を出力して単独で全ての負荷電流を請け負う。負荷電流の電流値が150A以上の領域では、並列接続された第1電力変換部41及び第2電力変換部42の双方から負荷電流が出力される。負荷電流の電流値が150A以上の領域では、先ず、高電圧側の第2出力電圧から第2出力電流が増加する。そして、第2出力電圧からの第2出力電流が枯渇したら、低電圧側の第1出力電圧から出力される第1出力電流が不足分を補う。具体的には、負荷電流の電流値が150Aまで増加すると、第2出力電圧が15Vに切り替わり、第1電力変換部41より出力電圧が高い第2電力変換部42が、第2出力電流の出力を開始する。第2電力変換部42は、第2出力電圧が消費されるまで、第2出力電流を増加させる。図8Cにおいては、第2出力電流の電流値が100Aとなるまで、第2出力電流が増加する。そして、第2出力電流の電流値が100Aとなった後に更に負荷電流が増加すると、第1電力変換部41の第1出力電流が、再度、増加し始める。第2出力電流の電流値が100Aになってから合計300Aまでの負荷電流の増加分を、第1電力変換部41が請け負うことができる。

[0090] すなわち、負荷電流が第1電流制御値である200Aより50Aだけ低い150Aになるまでは、第1電力変換部41のみから第1出力電流が出力される。負荷電流が増加し、負荷電流が150Aになったときに、第2制御部52が第2出力電圧を第1出力電圧よりも高い15Vに切り替える。したがって、負荷電流が第1電流制御値である200Aになるよりも前に、第2電力変換部42が第2出力電流を出力する。このため、負荷電流が急激に増加した場合であっても、第1出力電圧から第2出力電圧への電圧降下を抑制できる。

[0091] (作用効果)

以上説明したように、第4実施形態によれば、以下の作用効果を得ることができる。

[0092] 第4実施形態に係る電力変換装置20の第1制御部51は、第1出力電圧を第1電圧値に制御し、第2制御部52は、第2出力電圧を第1電圧値よりも低い第2電圧値に制御する。第1制御部51は、第1出力電流の値が第1電流制御値まで増加すると、第1出力電圧を低下させる。第2制御部52は、負荷電流の値が第1電流制御値よりも所定値だけ低い値まで増加すると、第2出力電圧を第1電圧値よりも高い第3電圧値に切り替える。

[0093] 負荷電流が第1電流制御値まで増加し、第1制御部51が第1出力電圧を低下させるよりも前に、第2制御部52が第2出力電圧を第1出力電圧よりも高い第3電圧値に切り替えることができる。したがって、負荷電流が急増した際の電圧降下を抑制することができる。

[0094] (変形例)

以下、本発明を適用した第4実施形態の変形例について図面を参照して説明する。第4実施形態の変形例に係る電力変換装置20の第2制御部52は、負荷電流の値が第1電流制御値よりも所定値だけ低い値 I に占める割合である電流占有率 I_L / I と、負荷電流の値の単位時間あたりの変化率である電流変化率 $d i / d t$ とに基づいて、第2出力電圧を第1電圧値よりも高い第3電圧値に切り替える。

[0095] 第3実施形態の第1変形例に係る電力変換装置20の第1制御部51及び第2制御部52の動作の一例について、図9のフローチャートを参照して説明する。まず、図9のステップS1において、第1制御部51は、第1出力電圧を第1電圧値 V_0 に設定して、第1電力変換部41を起動する。第2制御部52は、第2出力電圧を、第1電圧値 V_0 よりも低い第2電圧値 $V_0 - \alpha$ に設定して、第2電力変換部42を起動する。

[0096] ステップS2に進み、第1電力変換部41は、第1電圧値 V_0 で、第1出力電流を出力する。一方、出力電圧が第1電力変換部41より低い第2電力

変換部42は、電力変換を停止する。

[0097] ステップS3に進み、第2制御部52は、負荷電流 I_L が変動しているか否かを判定する。具体的には、第2制御部52は、負荷電流値検出部80が検出した負荷電流 I_L が増加または減少しているか否かを判断する。負荷電流 I_L が変動している場合（ステップS3でYES）には、ステップS4に進む。一方、負荷電流 I_L が変動していない場合（ステップS3でYES）には、ステップS6に進む。

[0098] ステップS4において、第2制御部52は、負荷電流 I_L の値が第1電流制御値よりも所定値だけ低い値 I に占める割合である電流占有率 I_L/I と、負荷電流 I_L の値の単位時間あたりの変化率である電流変化率 dI/dt とが所定の条件を満たすか否かを判定する。

[0099] 例えば、第2制御部52は、電流占有率 I_L/I と、電流変化率 dI/dt とが、以下の(1)～(6)の条件のいずれかを満たすか否かを判定する。この場合、電流占有率 I_L/I と、電流変化率 dI/dt とが以下の(1)～(6)の条件を満たす範囲は、図10に示すグラフの右上の範囲に位置する範囲である。

[0100] (1) 電流変化率 dI/dt が $100A/ms$ より大きい場合、(2) 電流占有率が20%より大きく且つ前記電流変化率 dI/dt が $80A/ms$ より大きい場合、(3) 電流占有率 I_L/I が40%より大きく且つ電流変化率 dI/dt が $60A/ms$ より大きい場合、(4) 電流占有率 I_L/I が60%より大きく且つ電流変化率 dI/dt が $40A/ms$ より大きい場合、(5) 電流占有率が80%より大きく且つ電流変化率 dI/dt が $20A/ms$ より大きい場合、(6) 電流占有率 I_L/I が100%の場合。

[0101] 図9に戻り、電流占有率 I_L/I と、電流変化率 dI/dt とが所定の条件を満たす場合（ステップS4でYES）には、ステップS5に進む。一方、電流占有率 I_L/I と、電流変化率 dI/dt とが所定の条件を満たさない場合（ステップS4でNO）には、ステップS6に進む。

[0102] ステップS5において、第2制御部52は、第2出力電圧を第1電圧値 V

0よりも高い第3電圧値 $V_0 + \alpha$ に切り替える。そして、第2電力変換部42は、第3電圧値 $V_0 + \alpha$ で、第2出力電流を出力する。また、第1電力変換部41は、第1電圧値 V_0 で、第1出力電流を出力する。

[0103] ステップS6に進み、第1制御部及び第2制御部は、負荷電流 I_L が0か、すなわち、電力変換装置20による電力供給が終了したか否かを判定する。負荷電流 I_L が0である場合（ステップS6でYES）には、第1制御部51及び第2制御部52は、図9の動作を終了する。一方、負荷電流 I_L が0でない場合（ステップS6でNO）には、ステップS3に戻る。

[0104] なお、第2制御部52は、図9のステップS4において、負荷電流 I_L の値が動的に変化し、電流占有率 I_L / I が、100から前記電流変化率 di / dt を減算した値よりも大きい場合に、電流占有率 I_L / I と、電流変化率 di / dt とが所定の条件を満たすと判定してもよい。この場合、電流占有率 I_L / I と、電流変化率 di / dt とが所定の条件を満たす範囲は、図11に示すグラフの右上の範囲に位置する範囲である。

[0105] 以上説明したように、第3実施形態の変形例では、第2出力電圧の値を第1出力電圧の値よりも高い値に切り替えるための閾値を、電流占有率 I_L / I と、電流変化率 di / dt に応じて設定する。これにより、負荷電流の変化率に応じて、第2出力電圧の値を第1出力電圧の値よりも高い値に切り替えることができる。したがって、負荷電流が急激に変化したときに、より出力電圧を安定させることができる。

[0106] [第5実施形態]

以下、本発明を適用した第5実施形態について図12及び図13を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

[0107] 図12は、第5実施形態に係る電力変換装置を含む車載用の電源システムを概略的に例示するブロック図である。図12に示す電源システム100Aは、他の実施形態に係る電源システム100に対し、車両全体の制御を行うVCM (Vehicle Control Module) 103を備え、

負荷 102 として補機 91 ~ 9n に一定の直流電圧を供給する点に違いがある。その他の構成は、図 1 に示す電源システム 100 と等しい。また、第 5 実施形態に係わる電力変換装置 20A は、他の実施形態に係わる電力変換装置 20 に対し、電力変換装置 20A から出力が必要な電圧値を示す信号を VCM103 から受信する点に違いがある。その他の構成は、図 2 に示す電力変換装置 20 と等しい。よって、相違する部分を中心に説明し、等しい部分については再度の説明を割愛する。

[0108] 電源システム 100A は、例えば電気自動車等の車両に搭載される車載用の直流電圧供給システムとして機能し得る。電源システム 100A は、補機 91 ~ 9n に一定の直流電圧を供給し得る。電源システム 100A は、電力変換装置 20A とバッテリー 101 とを備える。

[0109] 補機 91 ~ 9n は、車両に搭載される電気機器であればよく、例えば、エンジンやモータを稼動するのに必要な付属機器（セルモータ、オルタネータ及びラジエータクーリングファン等）であってもよい。補機 91 ~ 9n の種類及び数は限定されず、補機 91 ~ 9n は、電動パワーステアリングシステム、電動パーキングブレーキ、照明、ワイパー駆動部、ナビゲーション装置等を含んでもよい。補機 91 ~ 9n は、車両全体の制御を行う VCM103 に接続されており、VCM103 から各種の信号を受信する。

[0110] 電力変換装置 20A は、複数の DC-DC コンバータ 21 ~ 2n を備える。複数の DC-DC コンバータ 21 ~ 2n は、第 1 導電路 10 と第 2 導電路 30 との間に並列に接続されている。複数の DC-DC コンバータ 21 ~ 2n の各々は、VCM103 に接続されており、VCM103 から各種の信号を受信する。VCM103 は、電力変換装置 20A から出力が必要な電圧値を示す信号を、複数の DC-DC コンバータ 21 ~ 2n 及び補機 91 ~ 9n の各々にブロードキャストする。

[0111] 以下の説明では、2つの DC-DC コンバータが並列に接続された場合を例として、本発明を適用した第 5 実施形態について図面を参照して説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

。

[0112] 図13は、第5実施形態に係る電力変換装置20Aの構成の一例を示すブロック図である。電力変換装置20Aは、例えば、並列に接続された2つのDC-DCコンバータ（第1及び第2のDC-DCコンバータ）21、22を備える。第1及び第2のDC-DCコンバータ21、22は、VCM103に接続される。VCM103は、電力変換装置20Aから出力が必要な電圧値を示す信号を、第1及び第2のDC-DCコンバータ21、22及び補機91～9nの各々にブロードキャストする。

[0113] 第5実施形態に係る電力変換装置20Aの第1制御部51は、VCM103からブロードキャストされた、電力変換装置20Aから出力が必要な電圧値を示す信号を受信する。第1制御部51は、VCM103から受信した信号に基づいて、第1電力変換部41の動作に必要な設定値を算出し、第1電力変換部41に設定する。例えば、第1制御部51は、VCM103から受信した信号に基づいて、第1出力電圧を設定する。その他の第1制御部51の動作は、他の実施形態に係る電力変換装置20の第1制御部51と同様であるため、説明を省略する。

[0114] 第5実施形態に係る電力変換装置20Aの第2制御部52は、VCM103からブロードキャストされた電力変換装置20Aから出力が必要な電圧値を示す信号を受信する。第2制御部52は、VCM103から受信した信号に基づいて、第2電力変換部42の動作に必要な設定値を算出し、第2電力変換部42に設定する。例えば、第2制御部52は、VCM103から受信した信号に基づいて、第2出力電圧を設定する。その他の第2制御部52の動作は、他の実施形態に係る電力変換装置20の第2制御部52と同様であるため、説明を省略する。

[0115] （作用効果）

以上説明したように、第5実施形態によれば、以下の作用効果を得ることができる。

[0116] 第5実施形態に係る電力変換装置20Aの複数のDC-DCコンバータ2

1 ~ 2 n は、車両全体の制御を行う VCM103 からブロードキャストされた、電力変換装置 20A から出力が必要な電圧値を示す信号を受信する。複数の DC-DC コンバータ 21 ~ 2 n の各々は、VCM103 から受信した信号に基づいて、自己の出力電流の値が電流制御値を超えないように、自己の出力電圧の値を制御する制御部を有する。

[0117] これにより、車両全体の制御を行う VCM102 とは別に、並列接続された複数の DC-DC コンバータを協調させて並列運転させるための制御信号を各 DC-DC コンバータに送信する並列運転用の中央制御部を備えることなく、複数の DC-DC コンバータ 21 ~ 2 n を電力変換装置 20 の出力に接続された負荷の状態に応じて適切に制御できる。中央制御部と各 DC-DC コンバータを接続する信号線が不要となる。したがって、電力変換装置内の構成をより簡易化できる。これにより、電力変換装置 20 の製造コストを削減できる。信号線の取り付けスペースを省スペース化できる。信号線へのノイズの影響をなくすことができ、高ノイズ下の車両での誤動作を抑制できる。

符号の説明

- [0118] 20 電力変換装置
21 第1のDC-DCコンバータ
22 第2のDC-DCコンバータ
21 ~ 2 n 複数のDC-DCコンバータ
51 第1制御部
52 第2制御部

請求の範囲

- [請求項1] 複数のDC-DCコンバータが並列に接続された電力変換装置であって、
- 前記複数のDC-DCコンバータの各々には、出力することができる最大の電流値として電流制御値が設定され、前記複数のDC-DCコンバータの各々は、自己の出力電流の値が前記電流制御値を超えないように自己の出力電圧の値を制御する制御部を有し、
- 前記複数のDC-DCコンバータに含まれる第1のDC-DCコンバータの電力容量並びに前記電流制御値は、前記複数のDC-DCコンバータに含まれる第2のDC-DCコンバータの前記電力容量並びに前記電流制御値と異なる
- ことを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 前記複数のDC-DCコンバータの各々を単独で動作させたときの、前記複数のDC-DCコンバータの各々の電流電圧特性が一定である
- ことを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。
- [請求項3] 前記複数のDC-DCコンバータは、前記第1のDC-DCコンバータと、前記第2のDC-DCコンバータとから成り、
- 前記第1のDC-DCコンバータは、出力することができる最大の電流値として第1電流制御値が設定され、前記第1のDC-DCコンバータは、自己の出力電流である第1出力電流の値が前記第1電流制御値を超えないように、自己の出力電圧である第1出力電圧を制御する第1制御部を有し、
- 前記第2のDC-DCコンバータは、出力することができる最大の電流値として第2電流制御値が設定され、前記第2のDC-DCコンバータは、自己の出力電流である第2出力電流の値が前記第2電流制御値を超えないように、自己の出力電圧である第2出力電圧を制御する第2制御部を有し、

前記第2のDC-DCコンバータの前記電力容量は、前記第1のDC-DCコンバータの前記電力容量より小さく、前記第2電流制御値は、前記第1電流制御値より低いことを特徴とする請求項2に記載の電力変換装置。

[請求項4] 前記第1及び第2のDC-DCコンバータの各々を単独で動作させたときの、前記第1及び第2のDC-DCコンバータの各々の前記電流電圧特性は、前記第1及び第2出力電流の値に対する前記第1及び第2出力電圧の値が一定であることを特徴とする請求項3に記載の電力変換装置。

[請求項5] 前記第1制御部は、前記第1出力電圧を第1電圧値に制御し、
前記第2制御部は、前記第2出力電圧を前記第1電圧値よりも低い第2電圧値に制御し、
前記第1制御部は、前記第1出力電流の値が前記第1電流制御値まで増加すると、前記第1出力電圧を低下させることを特徴とする請求項4に記載の電力変換装置。

[請求項6] 前記第2制御部は、前記第2出力電圧を第1電圧値に制御し、
前記第1制御部は、前記第1出力電圧を前記第1電圧値よりも低い第2電圧値に制御し、
前記第2制御部は、前記第2出力電流の値が前記第2電流制御値まで増加すると、前記第2出力電圧を低下させることを特徴とする請求項4に記載の電力変換装置。

[請求項7] 前記第2のDC-DCコンバータを単独で動作させたときの前記第2のDC-DCコンバータの前記電流電圧特性の傾きの絶対値は、前記第1のDC-DCコンバータを単独で動作させたときの前記第1のDC-DCコンバータの前記電流電圧特性の傾きの絶対値よりも大きく、
前記第1のDC-DCコンバータの電流電圧特性は、前記第1出力電流の値が0から前記第1電流制御値まで増加すると、前記第1出力

電圧が第2電圧値から第3電圧値まで低下し、

前記第2のDC-DCコンバータの前記電流電圧特性は、前記第2出力電流の値が0から前記第2電流制御値まで増加すると、前記第2出力電圧が前記第2電圧値よりも大きい第1電圧値から、前記第3電圧値よりも小さい第4電圧値まで低下することを特徴とする請求項3に記載の電力変換装置。

[請求項8]

前記第2制御部は、前記出力電流の値が0以上第1電流値未満の範囲において、前記第2出力電圧が第1電圧値から第2電圧値まで低下するように前記第2出力電圧を制御し、

前記第1制御部は、前記出力電流の値が前記第1電流値以上第2電流値未満の範囲において、前記第1出力電圧が前記第2電圧値から前記第3電圧値に低下するように前記第1出力電圧を制御し、

前記第2制御部は、前記出力電流の値が前記第2電流値以上第3電流値未満の範囲において、前記第2出力電圧が前記第3電圧値から前記第4電圧値に低下するように前記第2出力電圧を制御することを特徴とする請求項7に記載の電力変換装置。

[請求項9]

前記第2制御部は、前記出力電流の値が前記第1電流制御値よりも所定値だけ低い値まで増加すると、前記第2出力電圧を前記第1電圧値よりも高い第3電圧値に切り替えることを特徴とする請求項5に記載の電力変換装置。

[請求項10]

前記第2制御部は、前記出力電流の値が前記第1電流制御値よりも所定値だけ低い値に占める割合である電流占有率と、前記出力電流の値の単位時間あたりの変化率である電流変化率に基づく所定の条件を満たす場合に、前記第2出力電圧を前記第1電圧値よりも高い第3電圧値に切り替えることを特徴とする、請求項5に記載の電力変換装置。

[請求項11]

前記所定の条件は、

前記電流変化率が 100 A/ms より大きい場合、

前記電流占有率が20%より大きく且つ前記電流変化率が80 A / m s より大きい場合、

前記電流占有率が40%より大きく且つ前記電流変化率が60 A / m s より大きい場合、

前記電流占有率が60%より大きく且つ前記電流変化率が40 A / m s より大きい場合、

前記電流占有率が80%より大きく且つ前記電流変化率が20 A / m s より大きい場合、

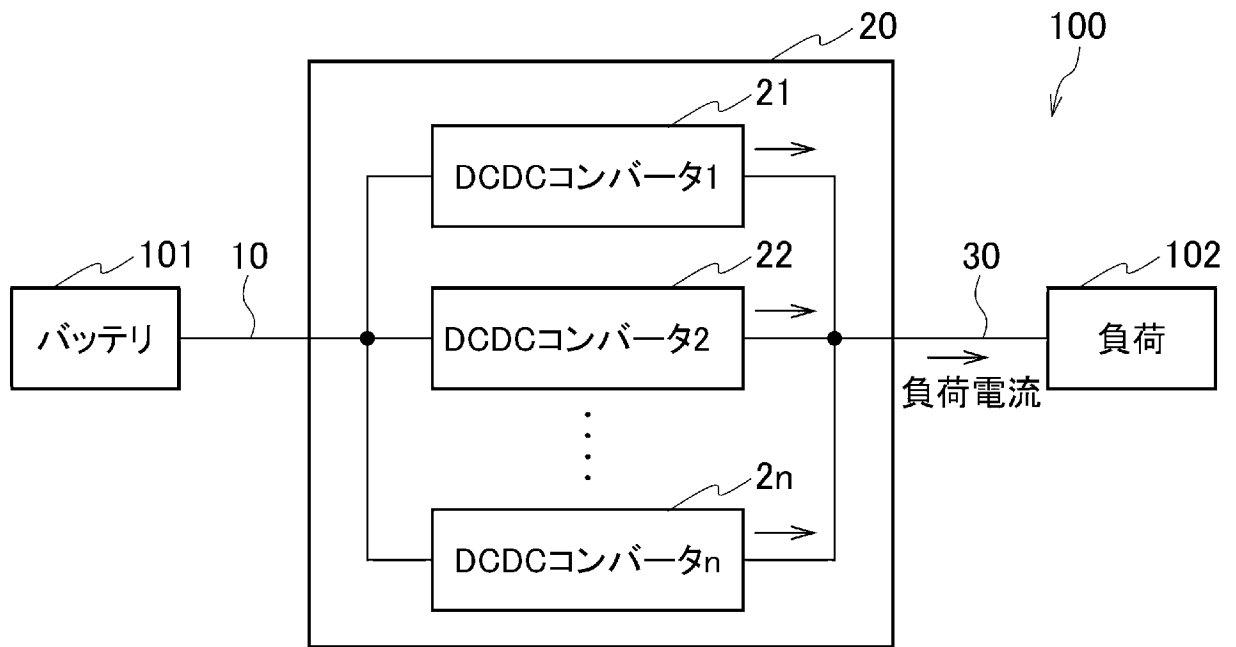
前記電流占有率が100%の場合のいずれかであることを特徴とする、請求項10に記載の電力変換装置。

[請求項12]

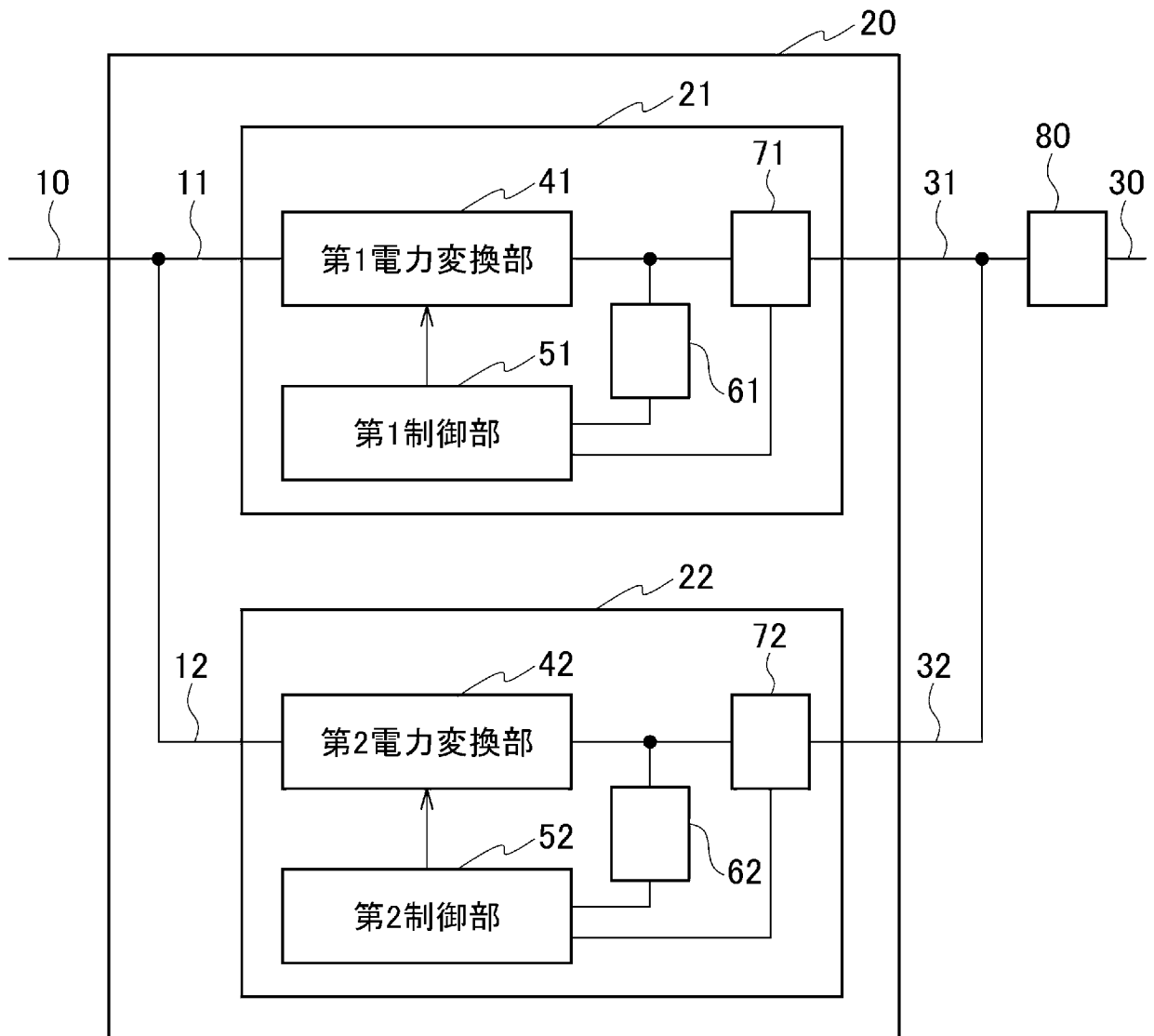
前記所定の条件は、

前記出力電流の値が動的に変化し、前記電流占有率が、100から前記電流変化率を減算した値よりも大きい場合であることを特徴とする、請求項10に記載の電力変換装置。

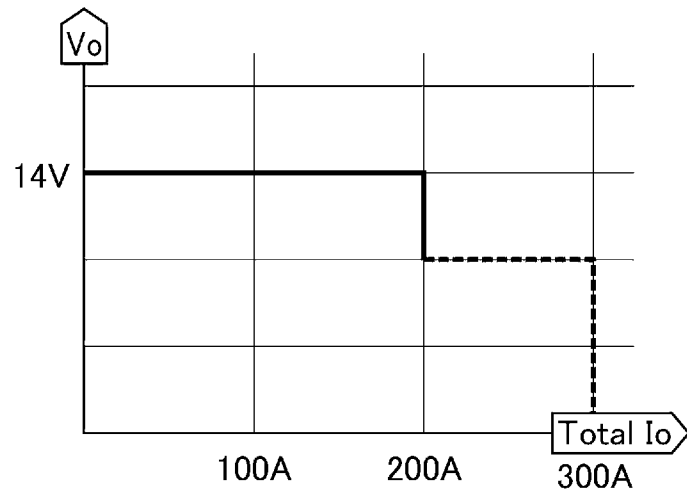
[図1]



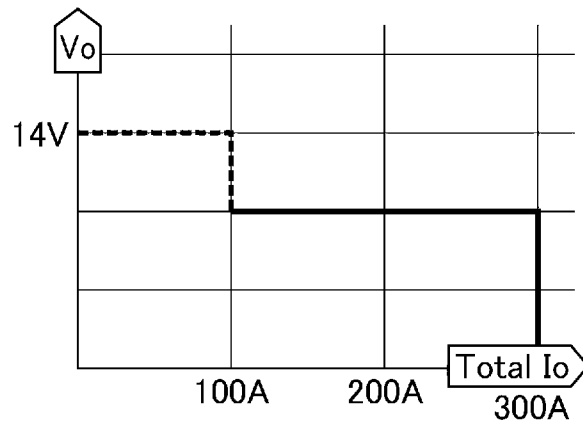
[図2]



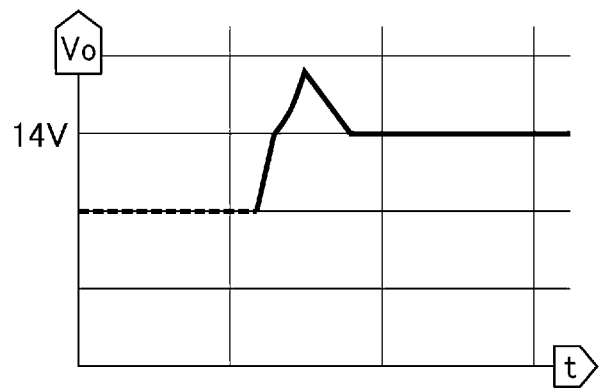
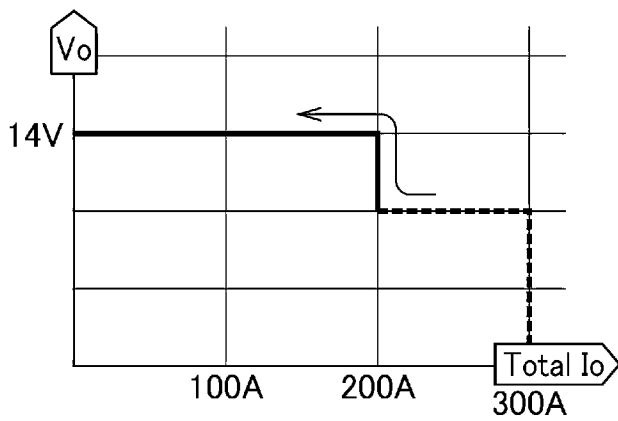
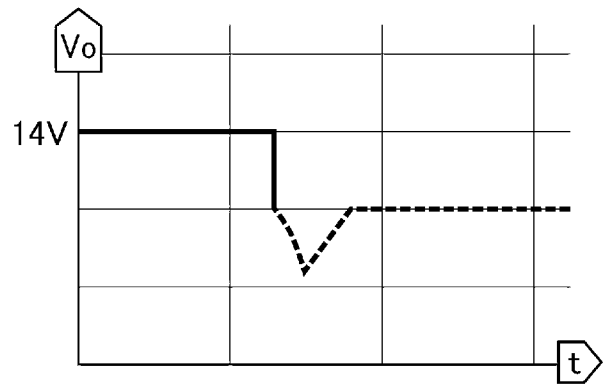
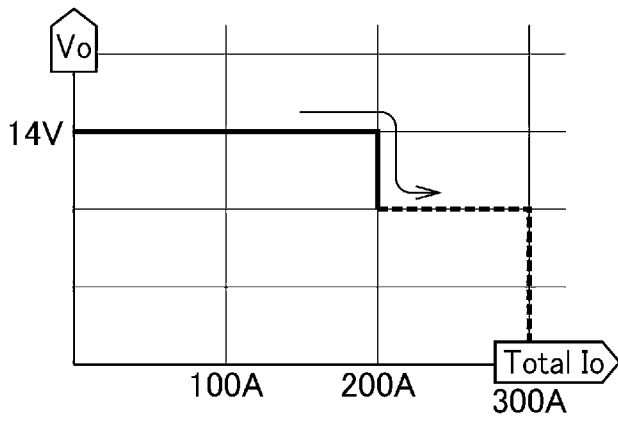
[図3]



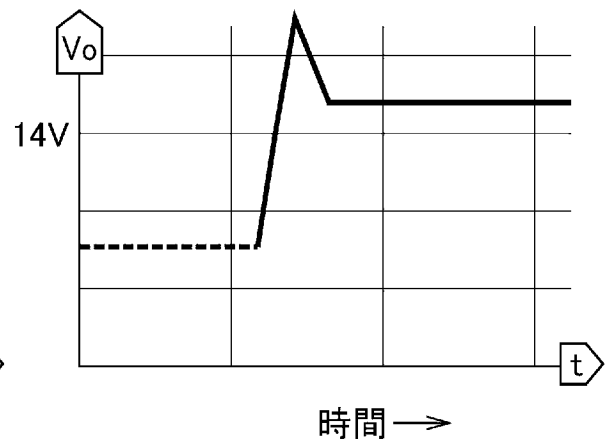
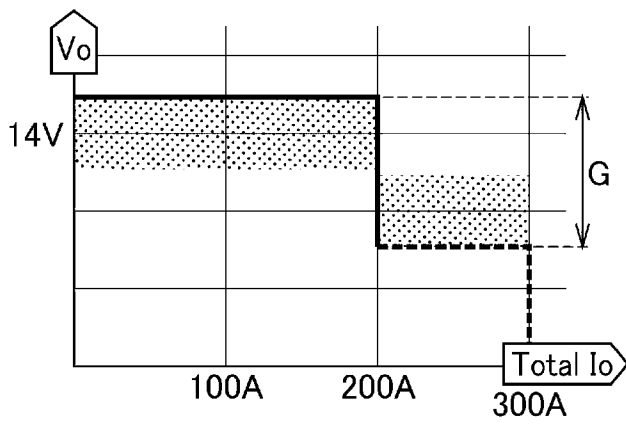
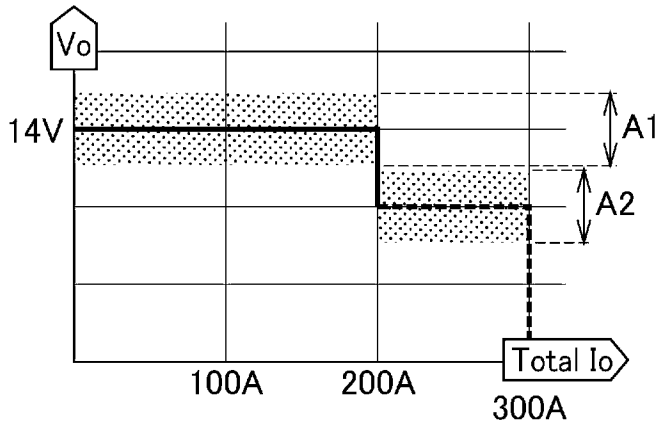
[図4]



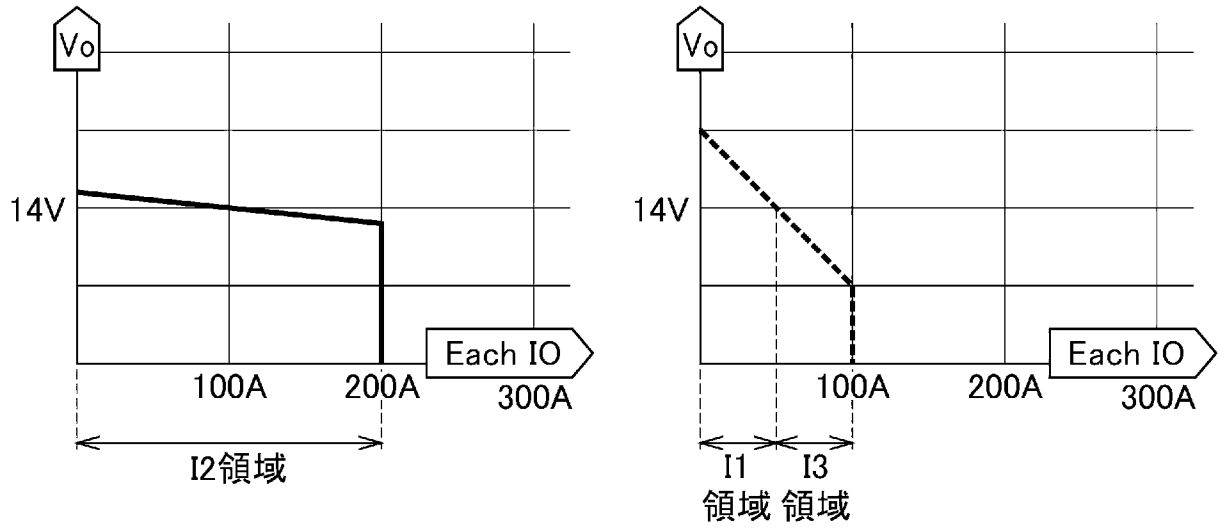
[図5A]



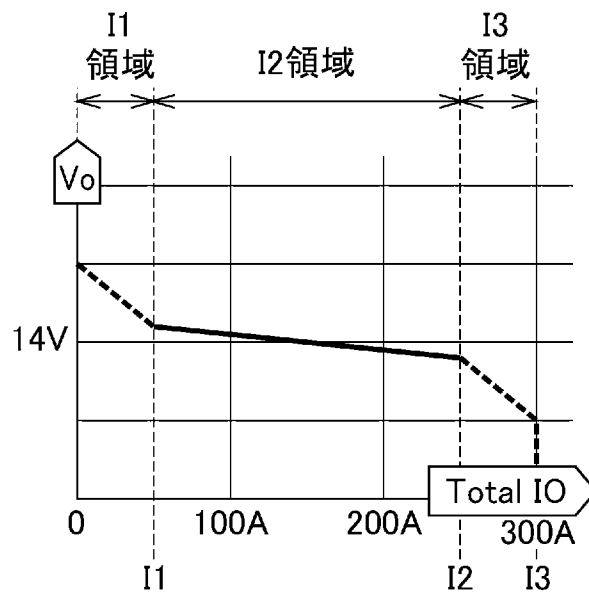
[図5B]



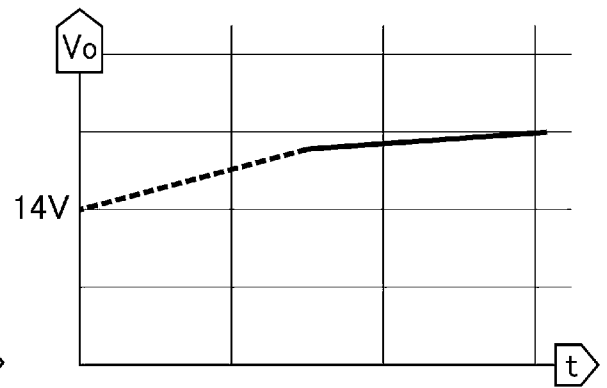
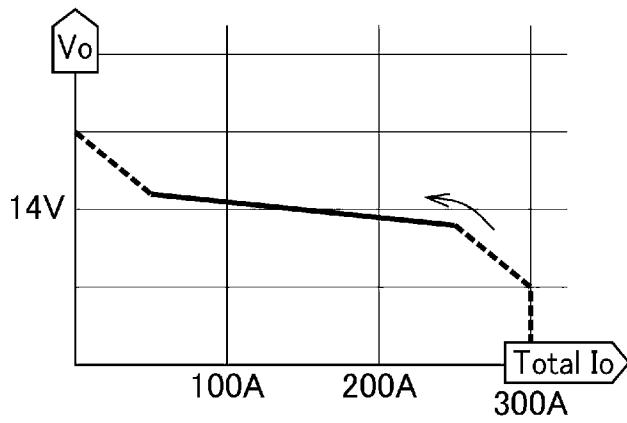
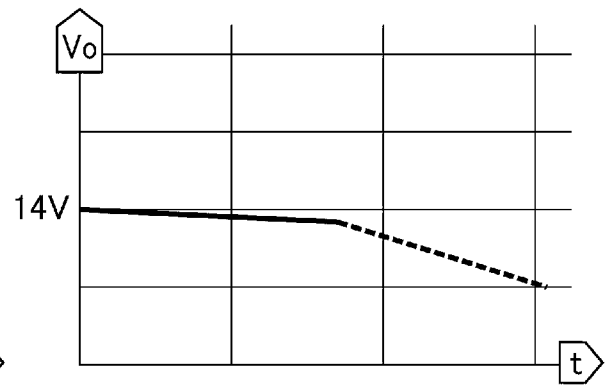
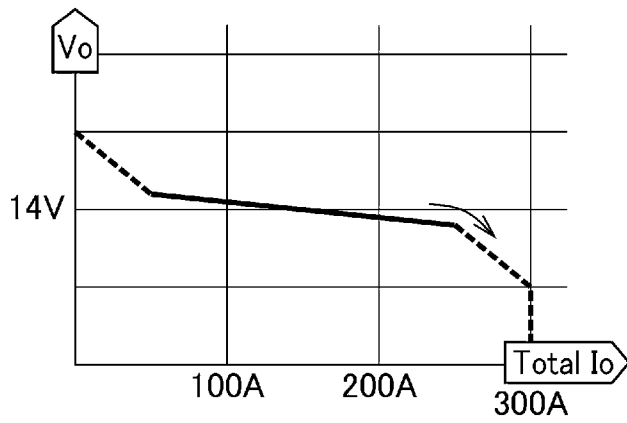
[図6A]



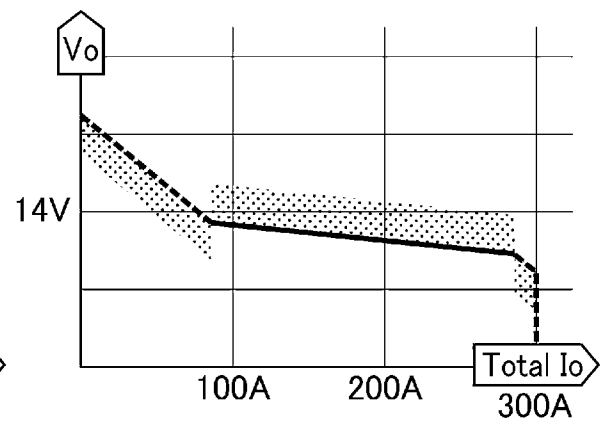
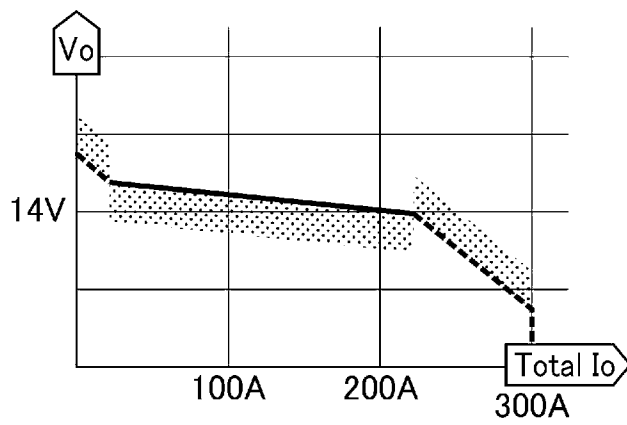
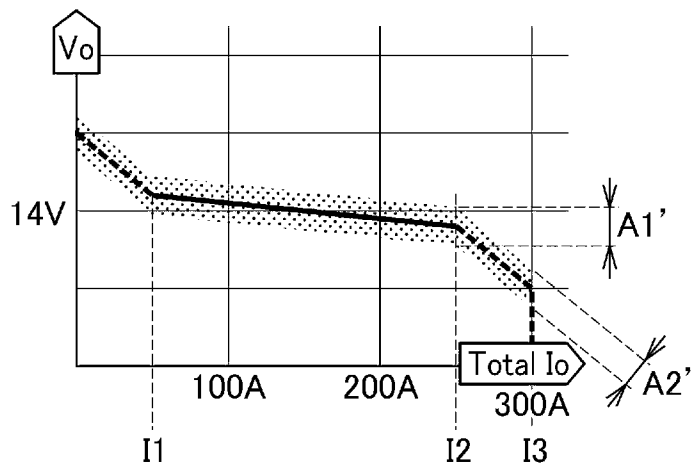
[図6B]



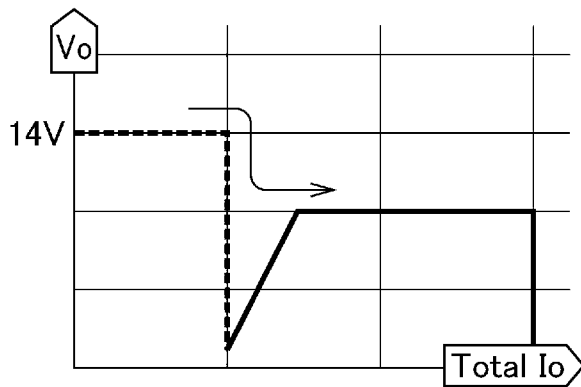
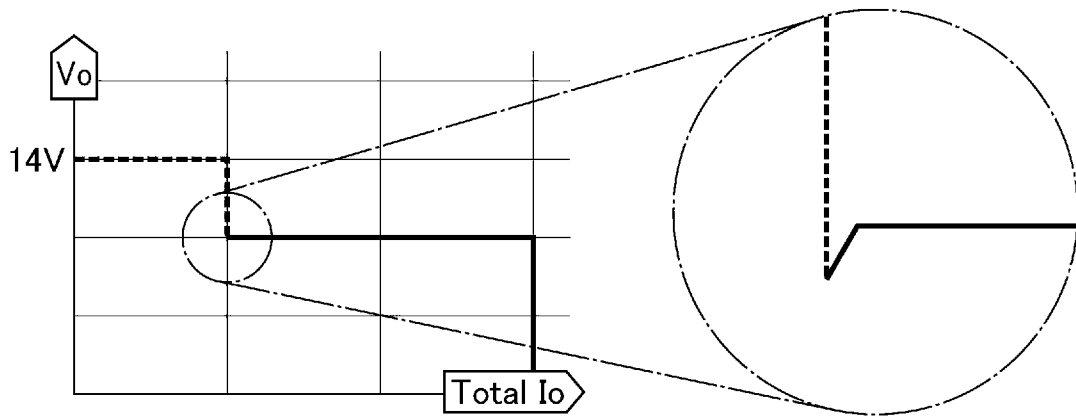
[図7A]



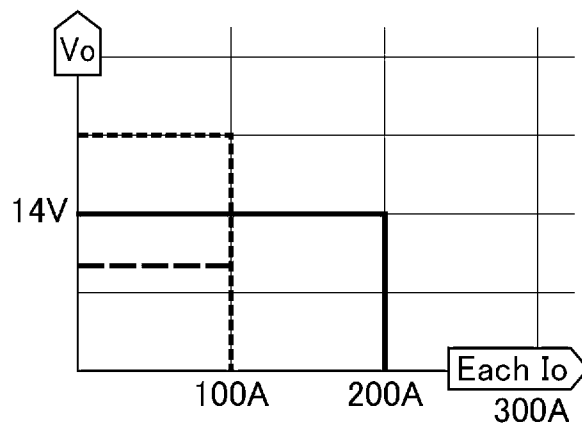
[図7B]



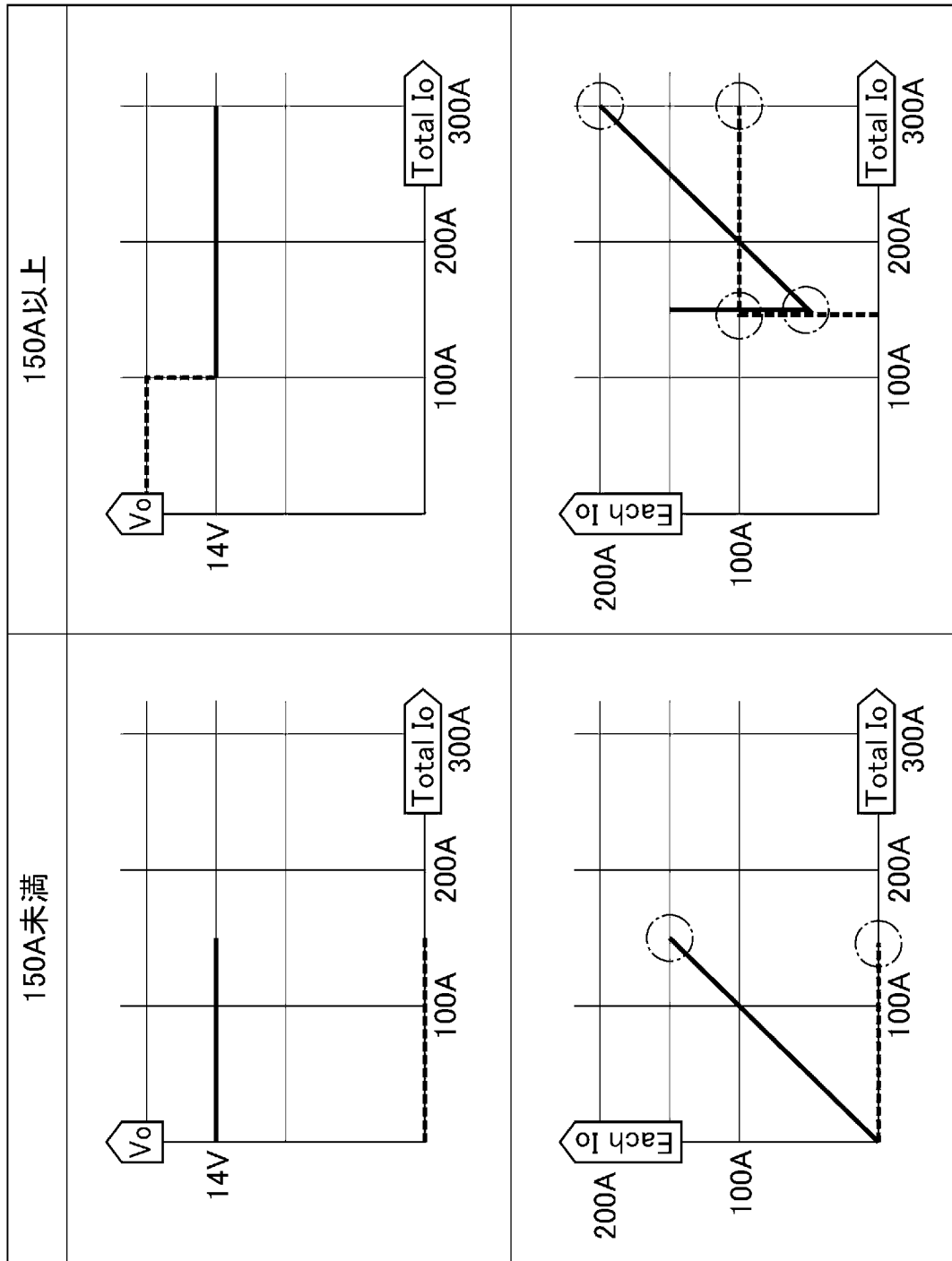
[図8A]



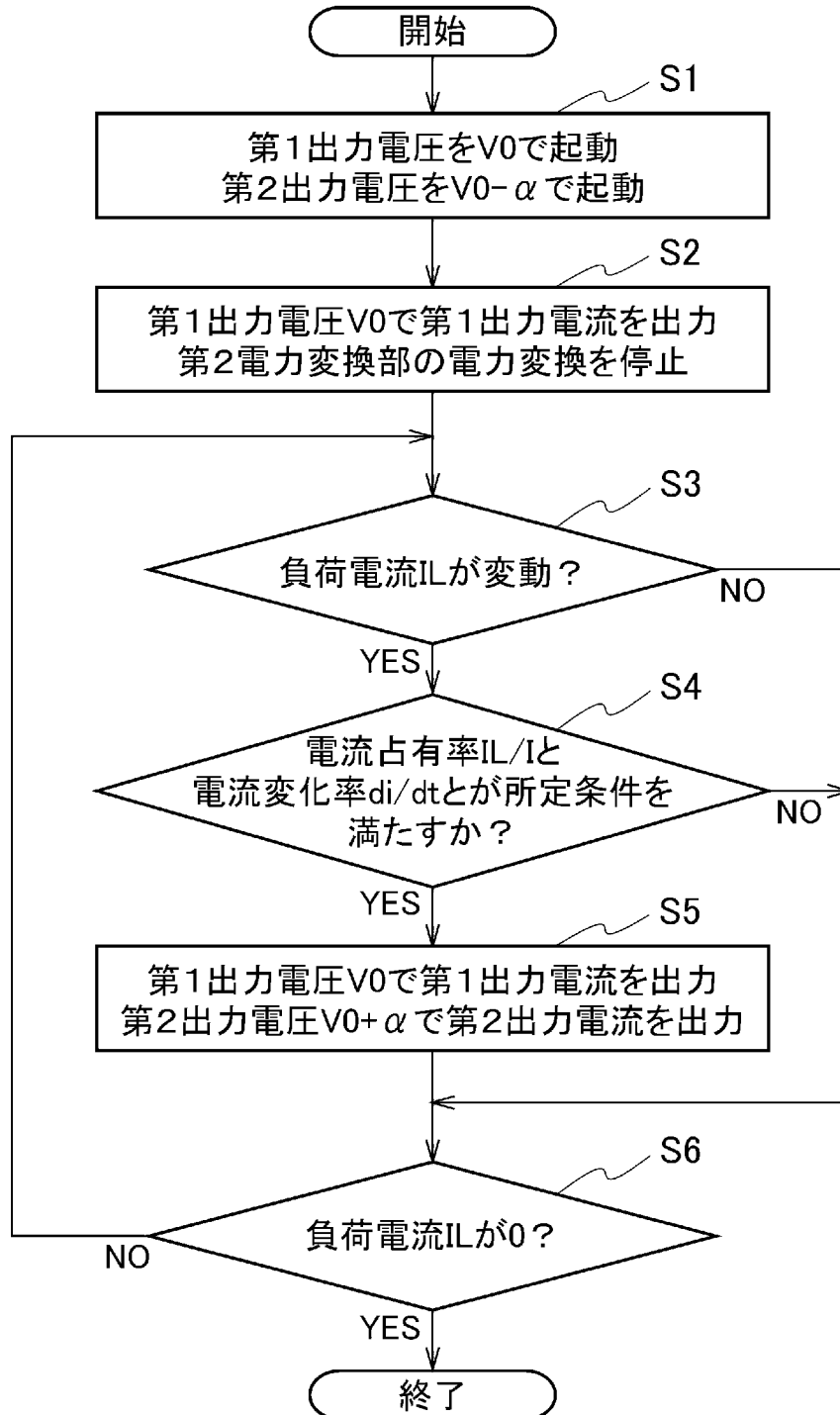
[図8B]



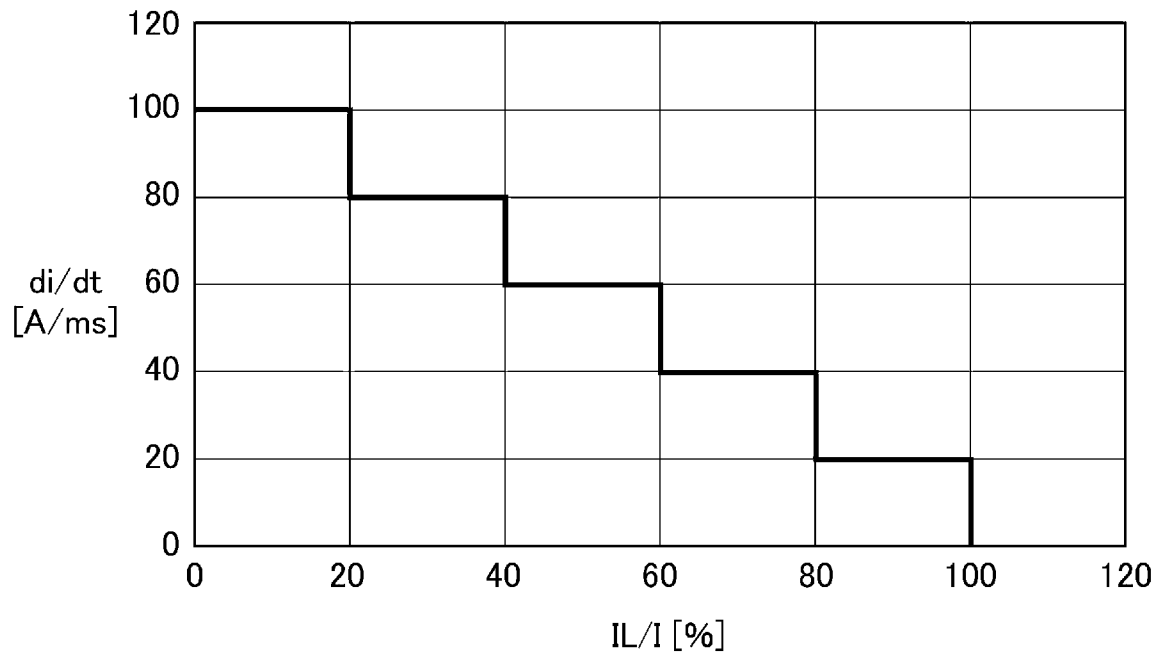
[図8C]



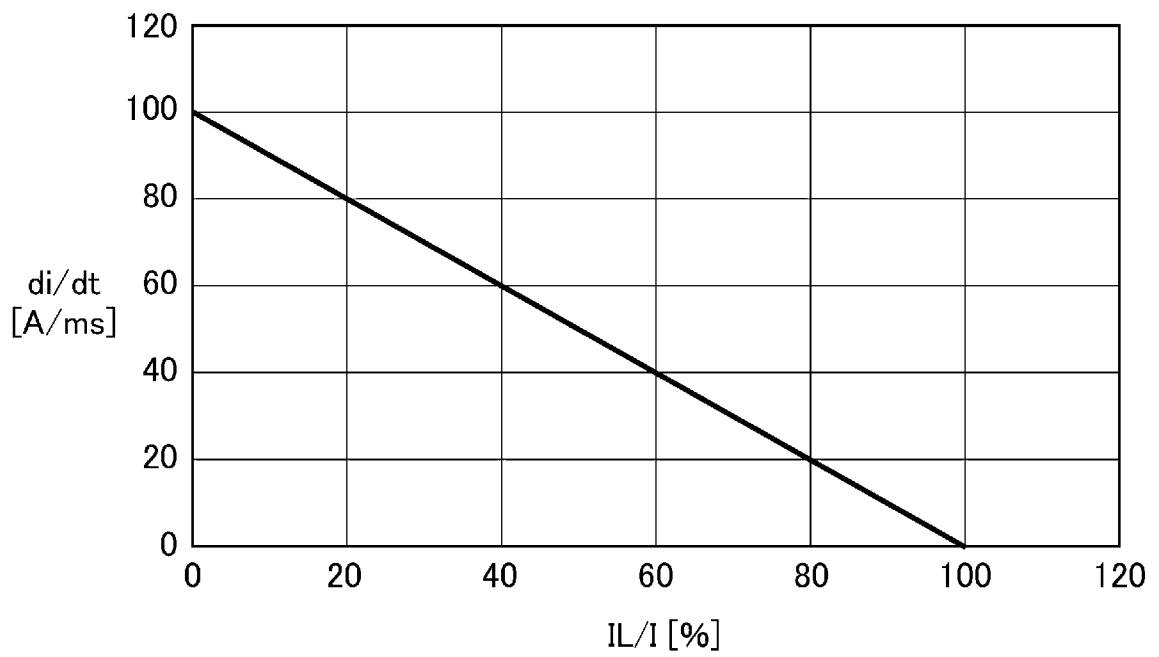
[図9]



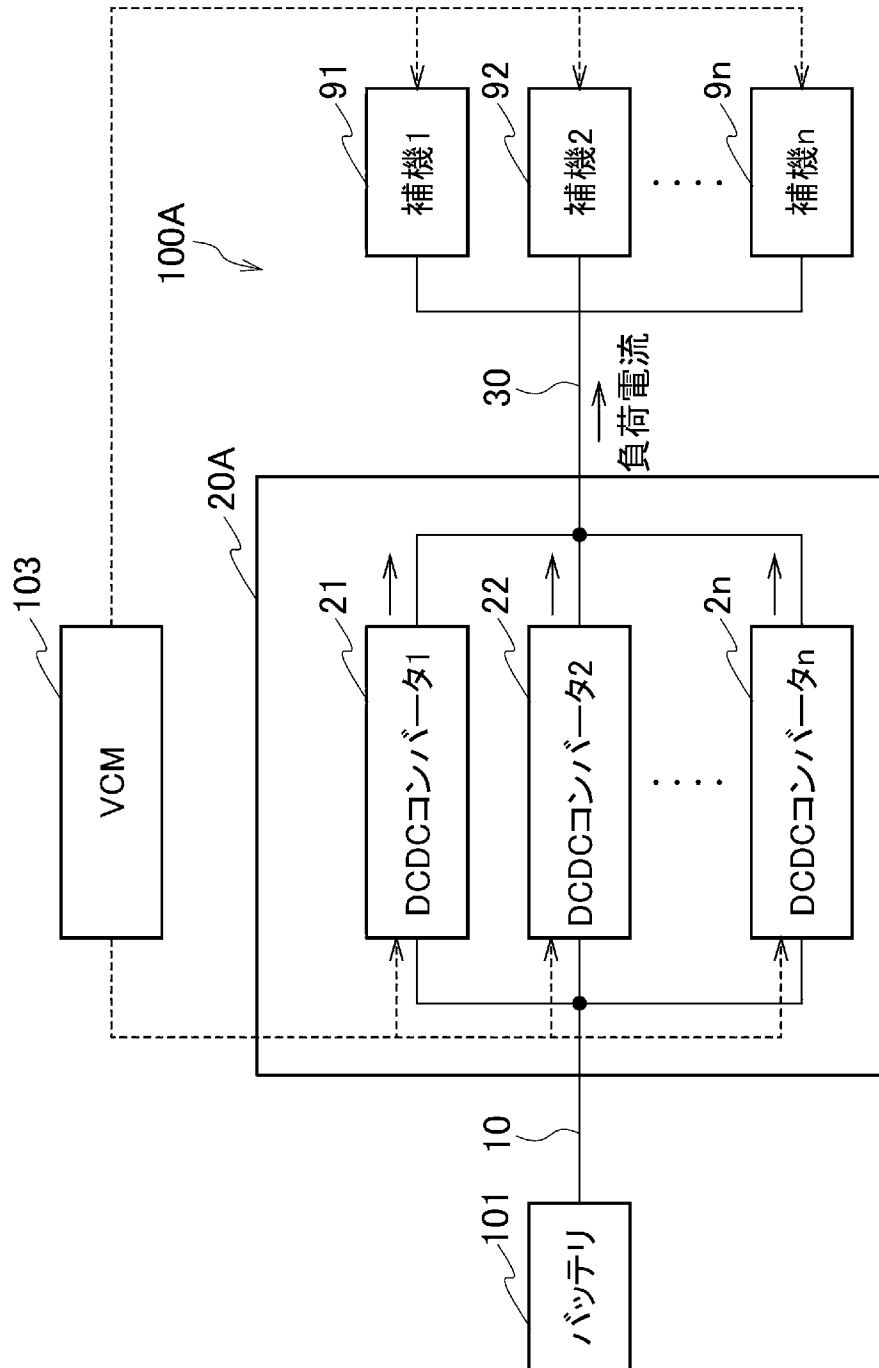
[図10]



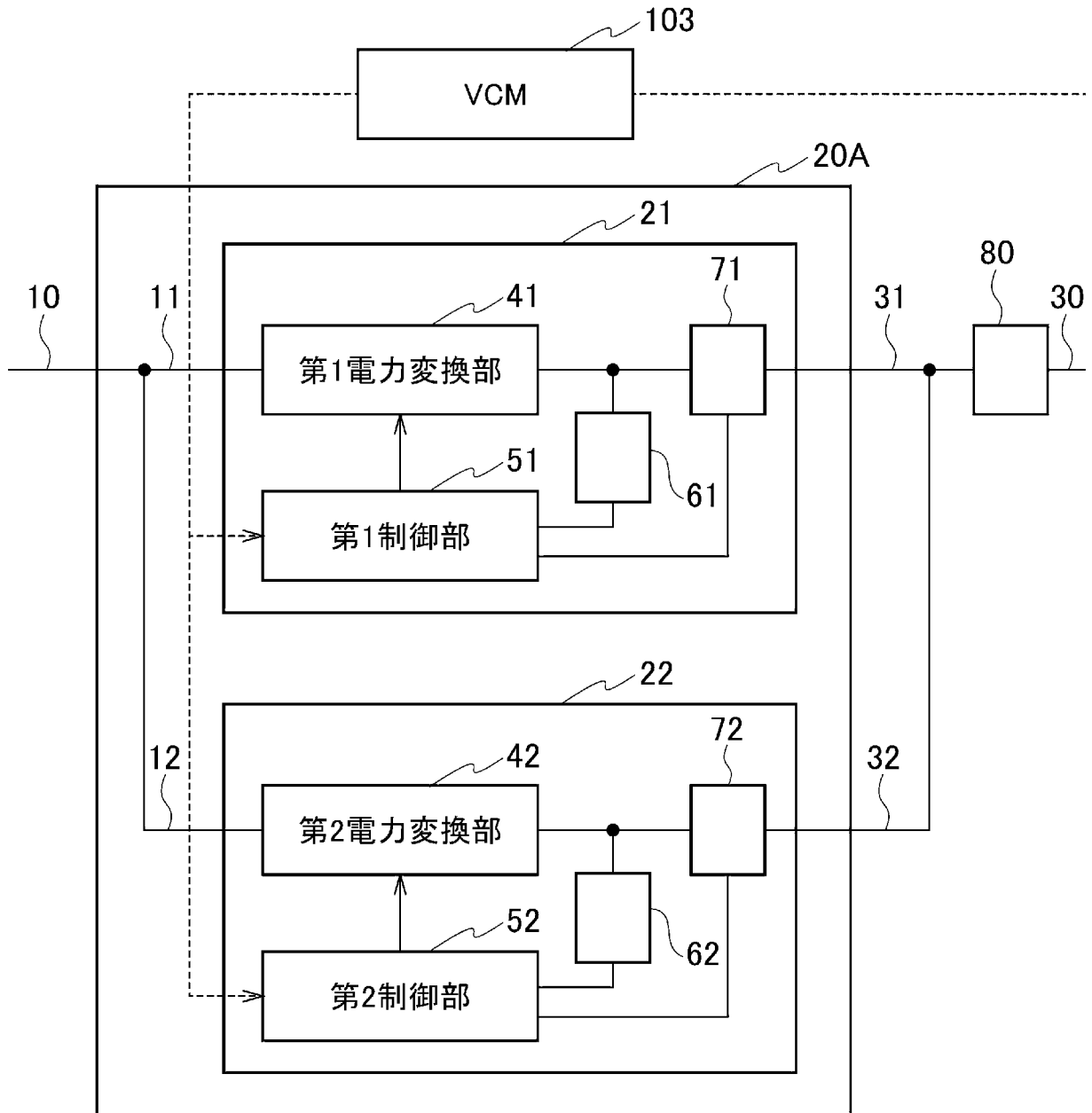
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02M 3/00</i> (2006.01)i; <i>G05F 1/00</i> (2006.01)i FI: H02M3/00 W; G05F1/00 F		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02M3/00; G05F1/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-244745 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 10 December 2012 (2012-12-10) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2003-284333 A (ROHM CO., LTD.) 03 October 2003 (2003-10-03) entire text, all drawings	1-12
A	JP 7-194118 A (HITACHI, LTD.) 28 July 1995 (1995-07-28) entire text, all drawings	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 22 March 2023		Date of mailing of the international search report 04 April 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2023/001137

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2012-244745 A	10 December 2012	(Family: none)	
JP 2003-284333 A	03 October 2003	US 2003/0185025 A1 entire text, all drawings	
JP 7-194118 A	28 July 1995	US 5638264 A entire text, all drawings US 5768117 A EP 660487 A2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 3/00(2006.01)i; G05F 1/00(2006.01)i FI: H02M3/00 W; G05F1/00 F		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02M3/00; G05F1/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-244745 A（シャープ株式会社）10.12.2012（2012 - 12 - 10） 全文,全図	1-12
A	JP 2003-284333 A（ローム株式会社）03.10.2003（2003 - 10 - 03） 全文,全図	1-12
A	JP 7-194118 A（株式会社日立製作所）28.07.1995（1995 - 07 - 28） 全文,全図	1-12
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	22.03.2023	国際調査報告の発送日 04.04.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 遠藤 尊志 5G 3052 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/001137

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-244745 A	10.12.2012	(ファミリーなし)	
JP 2003-284333 A	03.10.2003	US 2003/0185025 A1 全文, 全図	
JP 7-194118 A	28.07.1995	US 5638264 A 全文, 全図 US 5768117 A EP 660487 A2	