

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

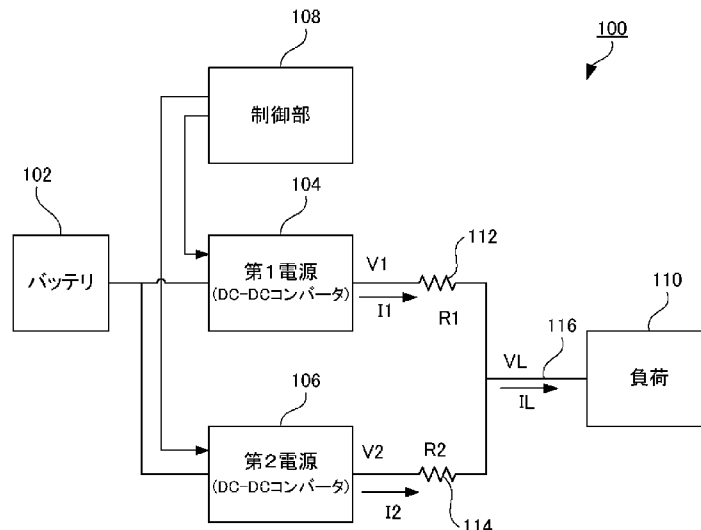
WO 2020/084822 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 3/00 (2006.01) *H02M 7/493* (2007.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/021850
(22) 国際出願日: 2019年5月31日(31.05.2019)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2018-201685 2018年10月26日(26.10.2018) JP
(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 氏 丸 智 彰 (UJIMARU, Tomoaki);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5
番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
高橋 成治(TAKAHASHI, Seiji); 〒5410041 大阪
府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友
電気工業株式会社内 Osaka (JP). 佐野 隆章
(SANO, Takaaki); 〒5410041 大阪府大阪市中央
区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会
社内 Osaka (JP). 植村 匠(UEMURA, Takumi);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番
33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
(74) 代理人: 清水 敏, 外 (SHIMIZU, Satoshi et al.);
〒5300002 大阪府大阪市北区曽根崎新地二丁

(54) Title: VOLTAGE SUPPLY SYSTEM AND POWER SOURCE CONSTITUTING SAME

(54) 発明の名称: 電圧供給システム及びそれを構成する電源



102 Battery
104 First power source (DC-DC converter)
106 Second power source (DC-DC converter)
108 Control unit
110 Load

(57) Abstract: Provided are: a voltage supply system in which a plurality of power sources (for example, DC-DC converters) are connected in parallel, wherein it is possible to set each power source to an arbitrary load ratio; and a power source. The power source: is used in the voltage supply system which includes power sources that output a voltage in a constant voltage mode on the basis of a first target voltage; and is connected in parallel to a constant voltage power source. The power source includes a voltage generation unit that outputs a voltage by switching between a constant voltage

目 5 番 3 号 堂 島 T S S ビル 4 階 堂 島 特 許
事務所北新地支所内 Osaka (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

mode based on a second target voltage that is higher than the first target voltage and a constant current mode based on a current limit value.

(57) 要約：複数の電源（例えばDC-DCコンバータ）が並列接続された電圧供給システムにおいて、各電源を任意の負荷割合に設定することができる電圧供給システム及び電源を提供する。電源は、第1目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する電源を含む電圧供給システムで用いられ、定電圧電源に並列接続された電源であって、第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード及び電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む。

明 細 書

発明の名称：電圧供給システム及びそれを構成する電源

技術分野

[0001] この開示は、電圧供給システム及びそれを構成する電源に関する。この出願は、2018年10月26日出願の日本出願第2018-201685号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 電気自動車等においては、高電圧バッテリー（例えば、直流300V）の電圧をDC-DCコンバータにより低電圧（例えば、直流14V）に変換して負荷に供給している。電圧供給先の負荷の必要電流が大きい場合、1つのDC-DCコンバータでは電流容量が不足してしまうことがある。その対策として、複数のDC-DCコンバータを並列接続して使用することが考えられる。

[0003] 例えば、同じ製品のDC-DCコンバータを複数並列に接続して使用する場合、全てのDC-DCコンバータの負荷（作動状況）を均等にできれば、複数のDC-DCコンバータの寿命を均等にできる。しかし、実際には、同じ製品であっても個々のDC-DCコンバータには、出力電圧のバラツキがある。複数のDC-DCコンバータを並列接続した直流電圧変換システムを起動するとき、複数のDC-DCコンバータの中で、出力電圧が最も高いDC-DCコンバータが最初に起動する。他のDC-DCコンバータは、出力電圧が低いため出力を行うことができない。この間、出力電圧が最も高いDC-DCコンバータのみから負荷に対して電力が供給される。そして、出力電圧が最も高いDC-DCコンバータが、自己の最大許容電流に達して電流制限されると、2番目に出力電圧が高いDC-DCコンバータが起動する。このように、並列に接続された複数のDC-DCコンバータは、出力電圧にバラツキを有するため、単に並列に接続しただけでは、負荷を均一化するこ

とはできない。したがって、特定のDC-DCコンバータがその他のDC-DCコンバータよりも早く劣化し、直流電圧供給システムの寿命が特定のDC-DCコンバータの寿命に依存する問題がある。

[0004] この問題を解決するために、下記特許文献1には、並列接続されたDC-DCコンバータの寿命を均一化し、寿命を長くできる直流電圧変換装置が開示されている。その直流電圧変換装置においては、並列接続した複数のDC-DCコンバータの中で、1つのDC-DCコンバータの出力電圧の目標値が、その他のDC-DCコンバータよりも高く設定され、出力電流を制限するための電流制限値が、最大負荷電流の半分に設定される。この編成により、並列接続された複数のDC-DCコンバータに負荷を分散させ、これらDC-DCコンバータの寿命を均一化できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-144534号公報

発明の概要

課題を解決するための手段

[0006] この開示のある局面に係る電源は、第1目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する定電圧電源を含む電圧供給システムで用いられ、定電圧電源に電氣的に並列接続される電源であって、第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードで電圧を出力する電圧生成部を含む。

[0007] この開示の別の局面に係る電圧供給システムは、第1目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する第1電源と、第1電源に電氣的に並列接続された第2電源とを含み、第2電源は、第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードで電圧を出力する電圧生成部を含む。

発明の効果

[0008] この開示によれば、複数の電源（例えばDC-DCコンバータ又はDC-ACコンバータ）が並列接続された電圧供給システムにおいて、各電源を任意の負荷割合に設定できる。また、この開示によれば、負荷電流の変動による、電圧供給システムの出力電圧の変動を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、この開示の実施形態に係る直流電圧供給システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、図1の第2電源の構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、図1の制御部の構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、図1の直流電圧供給システムにおける制御部の制御を示すフローチャートである。

[図5]図5は、図1の直流電圧供給システムにおける第2電源の制御を示すフローチャートである。

[図6]図6は、図1の直流電圧供給システムの動作時の電流及び電圧の変化を示すグラフである。

[図7]図7は、第1変形例に係る直流電圧供給システムの構成を示すブロック図である。

[図8]図8は、図7の第2電源の構成を示すブロック図である。

[図9]図9は、図7の直流電圧供給システムにおける第2電源の制御を示すフローチャートである。

[図10]図10は、図7の直流電圧供給システムの動作時の電流及び電圧の変化を示すグラフである。

[図11]図11は、第2変形例に係る直流電圧供給システムの構成を示すブロック図である。

[図12]図12は、図11の直流電圧供給システムにおける制御部の制御を示すフローチャートである。

[図13]図13は、図11の直流電圧供給システムにおける第2電源の制御を示すフローチャートである。

[図14]図 1 4 は、図 1 1 の直流電圧供給システムの動作時の電流及び電圧の変化を示すグラフである。

[図15]図 1 5 は、この開示の第 2 の実施形態に係る交流電圧供給システムの構成を示すブロック図である。

[図16]図 1 6 は、図 1 5 の交流電圧供給システムの第 1 電源の構成を示すブロック図である。

[図17]図 1 7 は、図 1 5 の交流電圧供給システムの第 2 電源の構成を示すブロック図である。

[図18]図 1 8 は、図 1 7 の第 2 電源の内部制御回路が実行するプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

[図19]図 1 9 は、第 2 の実施形態の変形例における第 1 電源の構成を示すブロック図である。

[図20]図 2 0 は、第 3 の実施形態における交流電圧供給システムの構成を示すブロック図である。

[図21]図 2 1 は、第 3 の実施形態における第 2 電源の構成を示すブロック図である。

[図22]図 2 2 は、第 4 の実施形態における第 1 電源の構成を示すブロック図である。

[図23]図 2 3 は、第 4 の実施形態における第 2 電源の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0010] [この開示が解決しようとする課題]

規格値が異なる DC-DC コンバータが並列接続される場合もある。その場合には、負荷に流れる電流を各 DC-DC コンバータが担う割合（以下、負荷割合ともいう）を、全ての DC-DC コンバータで均一にするよりも、DC-DC コンバータ毎に負荷割合を設定できることが望ましい。特許文献 1 では、並列接続されている DC-DC コンバータの負荷割合を所望の値に設定できず、この要望に対応することはできない。

[0011] また、特許文献 1 の直流電圧変換装置では、負荷電流が変動することによって、マスタ（出力電圧の目標値が高い DC-DC コンバータ）だけが動作する負荷電流領域と、マスタとスレーブとが動作する負荷電流領域とがあり、それらの領域が切り換るときに電圧変動が起こる問題がある。こうした問題は、入出力とも直流である場合には限定されない。例えば一方が交流、又は双方が交流の場合にも同様の問題が生じる。

[0012] したがって、この開示は、各々が電力変換を行う複数の電源（例えば DC-DC コンバータ）が並列接続された電圧供給システムにおいて、各電源を任意の負荷割合に設定できる電圧供給システム及び電源を提供することを目的とする。また、この開示は、複数の電源が並列接続された電圧供給システムにおいて、負荷電流の変動による、電圧供給システムの出力電圧の変動を抑制できる電圧供給システム及び電源を提供することを目的とする。

[0013] [この開示の実施形態の説明]

最初に、この開示の実施形態の内容を列記して説明する。以下に記載する実施形態の少なくとも一部を任意に組合せてもよい。

[0014] （１）この開示の第 1 の局面に係る電源は、第 1 目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する定電圧電源を含む電圧供給システムで用いられ、定電圧電源に並列接続される電源であって、第 1 目標電圧よりも高い第 2 目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む。これにより、電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、電源と定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させることができる。

[0015] （２）好ましくは、電源は、定電圧電源が電力変換を開始するまで、電源による電力変換の開始を遅延させる遅延部をさらに含む。電圧供給システムの出力電圧が、定電圧電源の出力電圧により決まるようにできる。また、第 2 目標電圧は第 1 目標電圧よりも高いので、電源は定電圧電源が電力変換を開始した後に電力変換を開始して、定電圧電源とともに動作できる。その結果、起動時における電源の電圧上昇を抑制できる。

- [0016] (3) 好ましくは、遅延部は、電圧供給システムが起動された後、所定時間の遅延後に、電源による電力変換を開始させる遅延起動部をさらに含む。電圧供給システムの出力電圧が、定電圧電源の出力電圧により決まるようにできる。また、第2目標電圧は第1目標電圧よりも高いので、電源は所定時間後に起動して定電圧電源とともに動作できる。その結果、起動時における電源の電圧上昇を抑制できる。
- [0017] (4) より好ましくは、遅延起動部は、電圧供給システムが起動された後、所定時間が経過したことを検出するタイマと、電圧供給システムが起動されたことに応答して、電源の動作を禁止する動作禁止部と、タイマが所定時間の経過を検出したことに応答して、動作禁止部を無効化し、電源による電力変換を起動するための起動部とを含む。電圧供給システムの起動後、所定時間が経過するまでは電源の起動が禁止されるので、電圧供給システムの出力電圧が定電圧電源の出力電圧により決まる。また、第2目標電圧は第1目標電圧よりも高いので、電源の起動の禁止を所定時間後に解除すると電源は電力変換を開始し、定電圧電源とともに動作できる。
- [0018] (5) さらに好ましくは、動作禁止部は、電圧供給システムが起動されたことに応答して、電流制限値を0に設定する第1の電流設定部を含み、起動部は、タイマが所定時間の経過を検出したことに応答して、電流制限値を0より大きい所定値に設定する第2の電流設定部を含む。電源の電流制限値が0に設定されるので、電圧供給システムの起動から所定時間の間は電源から電流が出力されず、電源は動作しない。所定時間が経過した後、電流制限値は0より大きい所定値に設定される。所定時間を適切に設定することにより、電圧供給システムの起動時の電圧変動が防止され、所定時間経過後は定電圧電源とともに電源が動作して、それぞれ負荷電流を負担できる。
- [0019] (6) 好ましくは、第2の電流設定部は、電流制限値を、所定の下限值と、電圧供給システムから供給している電流値により規定される上限値との間の値に設定する制限値設定部を含む。電圧供給システムの電流値と所定の下限值との間に第2の電流設定部の出力する電流が制限されるので、定電圧電

源とともに電源が動作して、それぞれ負荷電流を負担できる。

[0020] (7) より好ましくは、制限値設定部は、電圧供給システムから供給している電流値と、0以上1以下の値とを乗算して得られる値に電流制限値を決定する電流制限値決定部を含む。これにより、電源が一旦定電流モードで動作するようになれば、定電圧モードで動作することを抑制できる。電圧供給システムから供給される電圧の変動を抑制できる。加えて、電圧供給システムから負荷に供給する電流が変化しても、設定された負荷割合を維持できる。

[0021] (8) さらに好ましくは、制限値設定部は、電圧供給システムから供給している電流値に対する電流制限値の比が、0以上1未満の所定の目標値と等しくなるように電流制限値を設定する設定部を含む。これにより、電源が一旦定電流モードで動作するようになれば、定電圧モードで動作することを抑制できるので、電圧供給システムから供給される電圧の変動を抑制できる。加えて、電圧供給システムから負荷に供給する電流が変化しても、設定された負荷割合を維持できる。

[0022] (9) さらに好ましくは、第2の電流設定部は、定電圧電源から、当該定電圧電源が出力している電流値を示す値を受ける電流値受信部と、電流制限値を、電流値受信部が受信した値により示される電流値と電源の出力している電流値との和に対する比率が0以上1未満の所定の目標値となるように設定する制限値設定部を含む。定電圧電源が出力している電流値を用いて、その電流値と電源の出力電流値との和との比が0以上1未満の目標値となるように電源の電流制限値を設定する。その結果、電源は電圧供給システムの供給する電流の一部を負担し、定電圧電源がその残りを負担する。いずれか一方のみが電流を負担する動作が行われることはなく、それに伴う電圧変動を避けることができる。

[0023] (10) 好ましくは、制限値設定部は、電流受信部が受信した値に対して所定の換算式により定電圧電源が出力している電流値を算出する電流値算出部と、電流値算出部により算出された電流値と電源の出力電流値との和に対

する電流制限値の比率が目標値となるように、電流制限値を設定する電流制限部とを含む。受信部が受信した値が定電圧電源の出力している電流を直接示す値ではない場合でも、電流算出部が所定の換算を行うことにより定電圧電源の出力している電流を推定できる。推定結果に基づいて、その値と電源の出力電流値との比が0以上1未満の目標値となるように電源の電流制限値を設定する。その結果、電源は電圧供給システムの供給する電流の一部を負担し、定電圧電源がその残りを負担する。いずれか一方のみが電流を負担する動作が行われることはなく、それに伴う電圧変動を避けることができる。

[0024] (11) 好ましくは、目標値は、定電圧電源の定格出力電流と電源の定格出力電流との和に対する、電源の定格出力電流の比である。

[0025] (12) さらに好ましくは、第2目標電圧は、定電圧電源が第1目標電圧に基づいて出力する電圧のバラツキの上限以上の値である。これにより、電源を確実に起動できる。その結果、容易に、直流電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。

[0026] (13) 好ましくは、第2目標電圧は、定電圧電源が第1目標電圧に基づいて出力する電圧のバラツキの上限と同じ値である。これにより、電源を起動できる。その結果、容易に、電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。それに加えて、負荷電流が電流制限値よりも小さくなった場合に生じる、電圧供給システムの出力電圧の増大を最小限に抑制できる。

[0027] (14) バラツキは、定電圧電源の仕様により定められた値である。定電圧電源の仕様を用いることで電流制限値を容易に設定できる。その結果、電源と定電圧電源とを共に動作させることが容易にできる。負荷電流が電流制限値よりも小さくなった場合に生じる、電圧供給システムの出力電圧の変化を最小限に抑制できる。

[0028] (15) より好ましくは、電源はさらに、電圧供給システムが供給している電流値を示す信号を受ける電流値受信部を含み、第2の電流設定部は、電流制限値を、所定の下限值と、電流値受信部が受信した信号が示す電流値との間の値に設定する電流制限値設定部を含む。電流制限値を電圧供給システ

ムが供給している電流値より小さくできるので、定電圧電源と電源との間で電圧供給システムが供給している電流値を分担できる。その結果、電源のみが電流を負担することがなく、定電圧電源による出力電圧から電源による出力電圧への電圧変動が生ずることを防止できる。

[0029] (16) さらに好ましくは、電源は、電圧供給システムが負荷に供給している電流値を検出する電流センサをさらに含み、電流受信部は、電流センサから当該電流値を示す信号を受ける。電流制限値を電圧供給システムが供給している電流値より小さくできるので、定電圧電源と電源との間で電圧供給システムが供給している電流値を分担できる。その結果、電源のみが電流を負担することがなく、定電圧電源による出力電圧から電源による出力電圧への電圧変動が生ずることを防止できる。

[0030] (17) 好ましくは、電圧供給システムは、電圧供給システムが負荷に供給している電流値を測定する電流センサと、電流センサにより測定された電流値を示す信号を電流値受信部に供給するための制御部とをさらに含み、電流値受信部は制御部から当該信号を受信する。電流制限値を電圧供給システムが供給している電流値より小さくできるので、定電圧電源と電源との間で電圧供給システムが供給している電流値を分担できる。その結果、電源のみが電流を負担することがなく、定電圧電源による出力電圧から電源による出力電圧への電圧変動が生ずることを防止できる。

[0031] (18) より好ましくは、電源はさらに、定電圧電源が出力している電流値を受ける電流値受信部を含み、第2の電流設定部は、電流値受信部が受信した電流値との比率が所定の目標値となるように電流制限値を設定する電流制限値設定部を含む。電流制限値を電圧供給システムが供給している電流値より小さくできるので、定電圧電源と電源との間で電圧供給システムが供給している電流値を分担できる。その結果、電源のみが電流を負担することがなく、定電圧電源による出力電圧から電源による出力電圧への電圧変動が生ずることを防止できる。

[0032] (19) さらに好ましくは、電圧供給システムは、定電圧電源が出力して

いる電流値を測定する電流センサと、電流センサにより測定された電流値を示す信号を出力するための制御部とをさらに含み、電流値受信部は、制御部から信号を受信する。電流制限値を電圧供給システムが供給している電流値より小さくできるので、定電圧電源と電源との間で電圧供給システムが供給している電流値を分担できる。その結果、電源のみが電流を負担することがなく、定電圧電源による出力電圧から電源による出力電圧への電圧変動が生ずることを防止できる。

[0033] (20) 好ましくは、電源は、定電圧電源が出力している電流値を測定する電流センサをさらに含み、電流値受信部は、電流センサから電流値を受ける。電流制限値を定電圧電源が出力している電流値に基づいて決定できるので、定電圧電源と電源との間で電圧供給システムが供給している電流値を分担できる。その結果、電源のみが電流を負担することがなく、定電圧電源による出力電圧から電源による出力電圧への電圧変動が生ずることを防止できる。

[0034] (21) より好ましくは、動作禁止部は、電圧供給システムが起動されたことに応答して、電圧生成部への駆動信号の出力を停止する駆動信号停止部を含み、起動部は、タイマが所定時間の経過を検出したことに応答して、電圧生成部への駆動信号の出力を開始する駆動信号出力部を含む。所定時間が経過するまでは電圧生成部への駆動信号が停止され、その後に電圧生成部が駆動され電力変換を開始する。これにより、電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、電源と定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させることができる。

[0035] (22) さらに好ましくは、遅延起動部は、電圧供給システムが起動された後、所定時間が経過したことを検出するタイマと、電圧供給システムが起動されたことに応答して、電圧生成部への駆動信号の出力を停止する駆動信号出力停止部と、タイマが所定時間の経過を検出したことに応答して、駆動信号出力停止部を無効化することで電源による電力変換を起動するための起動部とを含む。所定時間が経過するまでは電圧生成部への駆動信号が停止さ

れ、その後に電圧生成部が駆動され電力変換を開始する。これにより、電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、電源と定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させることができる。

[0036] (23) 好ましくは、遅延部は、定電圧電源による電力変換が開始したことに応答して、電源による電力変換を開始させる遅延起動部を含む。定電圧電源による電力変換が開始された後に電源による電力変換が開始される。これにより、電源も起動可能となり、電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、電源と定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させることができる。

[0037] (24) より好ましくは、遅延起動部は、定電圧電源の出力電圧が第1目標電圧に達したこと、及び定電圧電源から電力変換を開始したことを示す情報を受信したこと、の少なくとも一方に応答して電源による電力変換を開始させる。定電圧電源が電力変換を開始すると、その出力電圧は第1目標電圧に達する。また、定電圧電源が電力変換を開始したことを示す情報を定電圧電源から受けることもできる。いずれの場合も、定電圧電源による電力変換が開始された後に電源による電力変換が開始される。これにより、電源も起動可能となり、電源と定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、電源と定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させることができる。

[0038] (25) より好ましくは、電源は、電圧供給システムが起動された後、電圧生成部が定電流モードで電圧を出力するようになったことに応答して、第2目標電圧を、電源が出力している電圧に置き換える目標電圧置換部をさらに含む。これにより、電源が定電圧モードで動作することにより生じる、電圧供給システムから供給される電圧の変動幅を、より小さくできる。

[0039] (26) さらに好ましくは、電源は、電源の動作状態を検知する状態検知部と、状態検知部により、電源が定電圧モードで動作していることが検知されたことを受けて、電源の動作を制限する制限部とをさらに含む。電源が定電圧モードで動作しているということは、定電圧電源が電流を出力していな

いということである。そうした場合に電源の動作を制限することで、定電圧電源を電源とともに動作させることができ、電圧供給システムから供給される電圧の変動幅を小さくできる。

[0040] (27) 好ましくは、状態検知部は、電源の出力電圧が第2目標電圧に到達しているか否かにより、電源が定電圧モードで動作しているか否かを検知する。電源の出力電圧が第2目標電圧に到達しているということは、電源が定電圧モードで動作しているということである。それは、定電圧電源が電流を出力していないことを意味する。そうした場合に電源の動作を制限することで、定電圧電源を電源とともに動作させることができ、電圧供給システムから供給される電圧の変動幅を小さくできる。

[0041] (28) より好ましくは、制限部は、状態検知部により、電源が定電圧モードで動作していることが検知されたことを受けて、電流制限値を0以上の値に減少させる。これにより、負荷電流が急変して、電流制限値未満になっても、電源は、定電流モードでの動作を維持できる。その結果、電圧供給システムの出力電圧の増大を抑制できる。

[0042] (29) 好ましくは、電源は、電源の出力電流を測定する測定部をさらに含み、測定部により測定された出力電流が電流制限値未満になったことを受けて、電流制限値を0以上の値に減少させる。これにより、負荷電流が急変して、電流制限値未満になっても、電源は、定電流モードでの動作を維持できる。その結果、電圧供給システムの出力電圧の増大を抑制できる。

[0043] (30) より好ましくは、電源は、定電圧電源が停止しているか否かを判定する判定部をさらに含み、判定部により、定電圧電源が停止していると判定されたことを受けて、電源は、第2目標電圧を第1目標電圧に置換え、電流制限値を、電源の定格最大電流値に置換える。これにより、定電圧電源が停止した場合にも、電圧供給システムの出力電圧の増大を抑制できる。

[0044] (31) 好ましくは、定電圧電源は、第1目標電圧に基づいて定電圧モードで直流電圧を出力する直流定電圧電源を含み、電源は、第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電

流モードを切替えて直流電圧を出力する直流電圧生成部を含む。直流電源と直流定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、直流電源と直流定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させ、負荷電流を出力できる。

[0045] (32) より好ましくは、定電圧電源は、第1目標電圧に基づいて定電圧モードで交流電圧を出力する交流定電圧電源を含み、電源は、第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて交流電圧を出力する交流電圧生成部を含む。交流電源と交流定電圧電源とを共に動作させることができる。電流制限値を変更することにより、交流電源と交流定電圧電源とを任意の負荷割合で動作させ、負荷電流を出力できる。

[0046] (33) この開示の第2の局面に係る直流電圧供給システムは、第1目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する第1電源と、第1電源に並列接続された第2電源とを含み、第2電源は、第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む。これにより、第1の電源と第2電源とを共に動作させることができる。さらに、所定値を変更することにより、第1電源及び第2電源を任意の負荷割合で動作させることができる。

[0047] [この開示の実施形態の詳細]

以下の実施形態では、同一の部品には同一の参照番号を付してある。それらの名称及び機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

[0048] (第1の実施形態)

[全体構成]

図1を参照して、この開示の第1の実施形態に係る直流電圧供給システム100は、バッテリー102、第1電源104、第2電源106及び制御部108を含む。直流電圧供給システム100は、例えば電気自動車等において使用され、負荷110に一定の直流電圧を供給する。バッテリー102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。第1電源104及び第2電源106は、並列接続されている。すなわち、第1電源104及び第2電源106の正極の入力端子は相互に接続され、第1電源104及び第2電源106の正極の出力端子は相互に接続されている。寄生抵抗112及び寄生抵抗114は、各配線上における実質的な抵抗（電気配線の抵抗、接続部の抵抗等）を表す。この明細書において、「接続」とは電気的な接続を意味する。

[0049] バッテリー102の正極端子は、第1電源104及び第2電源106の共通接続された正極の入力端子に接続されている。第1電源104及び第2電源106の共通接続された正極の出力端子は、直流電圧供給システム100から負荷110への電圧供給端である接続ノード116を形成する。各部の負極側は接地されている。

[0050] 第1電源104の出力電流値 I_1 が寄生抵抗112に流れることにより、 $I_1 \times R_1$ だけの電圧降下が生じる。同様に、第2電源106の出力電流値 I_2 が寄生抵抗114に流れることにより、 $I_2 \times R_2$ だけの電圧降下が生じる。接続ノード116の電圧 V_L は、第1電源104の出力電圧 V_1 よりも $I_1 \times R_1$ という電圧降下分だけ低い値となる。出力電圧 V_L はまた、第2電源106の出力電圧 V_2 よりも、 $I_2 \times R_2$ という電圧降下分だけ低い値となる。両者は等しいので以下の式が成立する。

$$[0051] \quad V_L = V_1 - I_1 \times R_1 = V_2 - I_2 \times R_2$$

直流電圧供給システム100から供給される電流値 I_L は、第1電源104の出力電流値 I_1 及び第2電源106の出力電流値 I_2 の合計値である（ $I_L = I_1 + I_2$ ）。

[0052] 第1電源104及び第2電源106は、DC-DCコンバータである。第1電源104及び第2電源106はそれぞれ、バッテリー102から入力される直流電圧を所定の出力電圧 V_1 及び V_2 にそれぞれ変換して、出力端子から出力する。第1電源104は、CV（Constant Voltage）制御により動作し、指定された一定の出力電圧 V_1 を出力する（以下、定

電圧モードともいう)。第2電源106は、CVCC (Constant Voltage Constant Current) 制御により動作し、定電圧モードでの動作に加えて、CC (Constant Current) 制御により、指定された一定電流値I2を出力する(以下、定電流モードともいう)ことができ、定電圧モードでの動作と定電流モードとを切替えて動作できる。

[0053] 図2を参照して、第2電源106は、第1電源104の出力電圧の目標値(以下「第1目標電圧」という。)よりも高い、定電圧モード時の出力電圧の目標値(以下、第2目標電圧という)に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードの双方を切替えて動作可能なDCDC部150、電源内制御部152及びIF部154を含む。DCDC部150は、第2電源106の出力電圧を生成する電圧生成部として機能し、上記したように、CVCC制御により定電圧モード又は定電流モードで動作し、バッテリー102から入力される直流電圧を所定の電圧に変換して、接続ノード116に出力する。IF部154は、制御部108から伝送されるデータを受信し、電源内制御部152に入力する。電源内制御部152は、例えば、内部メモリを含むマイコンである。内部メモリには、電源内制御部152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。電源内制御部152は、IF部154から受信したデータに基づき、DCDC部150の動作に必要な設定値を算出し、DCDC部150に設定する。

[0054] 図3を参照して、制御部108は、CPU (Central Processing Unit) 120、メモリ122、インターフェイス部(以下、IF部という)124及びバス126を含む。各部の間のデータ伝送は、バス126を介して行なわれる。メモリ122は、例えば、書換可能な半導体の不揮発性メモリ等である。メモリ122には、CPU120が実行するプログラム及び所定のパラメータ等が記憶されている。メモリ122の一部の領域は、CPU120がプログラムを実行するときにワークエリアとして使用される。制御部108は、例えば、電気自動車等のECU (Elect

ronic Control Unit) である。

[0055] CPU120は、第1電源104及び第2電源106の動作を制御する。すなわち、CPU120は、IF部124を介して第1電源104に対して、第1目標電圧を伝送する。また、CPU120は、IF部124を介して第2電源106に対して、第2目標電圧、及び、定電流モード時の出力電流の制限値（以下、電流制限値ともいう）を伝送する。これにより、第1電源104は、上記したように定電圧モードで動作し、第1目標電圧に等しい電圧を出力する。第2電源106は、上記したように、定電流モードで動作するときには電流制限値に等しい電流を出力し、定電圧モードで動作するときには第2目標電圧に等しい電圧を出力する。

[0056] [直流電圧供給システムの動作]

図4及び図5を参照して、直流電圧供給システム100による電圧供給動作に関して説明する。図4に示した処理は、CPU120が、所定のプログラムをメモリ122から読出して実行することにより実現される。

[0057] ステップ300において、第1電源104の目標電圧を送信する。具体的には、CPU120は、メモリ122から第1電源104に指示する第1目標電圧を読み出し、IF部124を介して、第1電源104及び第2電源106に伝送する。第1電源104及び第2電源106は、受信した第1目標電圧を、例えば内部のメモリに記憶する。

[0058] ステップ302において、負荷電流値を送信する。具体的には、CPU120は、直流電圧供給システム100から負荷110に供給する電流値を第2電源106に伝送する。

[0059] ステップ304において、負荷110への電圧供給を開始する。例えば、CPU120がIF部124を介して第1電源104及び第2電源106に、出力を開始させる開始指示を伝送することによって、第1電源104及び第2電源106の出力端子から電力の供給が開始される。

[0060] ステップ306において、直流電圧供給システム100を停止する指示を受けたか否かを判定する。停止指示は、例えば、直流電圧供給システム100

0が搭載されている装置（電気自動車等）がオフされることによりなされる。停止する指示を受けたと判定された場合、制御はステップ308に移行する。そうでなければ、ステップ306が繰返される。

[0061] ステップ308において、停止処理を行う。例えば、CPU120は、IF部124を介して第1電源104及び第2電源106に出力を停止させる停止指示を伝送する。その後、このプログラムは終了する。

[0062] 図5に示した処理は、電源内制御部152が、内部メモリから所定のプログラムを読み出して実行することにより実現される。ここでは、電源内制御部152は、IF部154を介して受信し、上記したように制御部108から送信された第1目標電圧、負荷電流値、及び開始指示を受信したとする。

[0063] ステップ400において、第2目標電圧を設定する。具体的には、電源内制御部152は、第1目標電圧から第2目標電圧を決定し、DCDC部150に設定する。第2目標電圧は、第1目標電圧よりも少し大きい値（第1目標電圧及び第2目標電圧はいずれも正の値）に設定される。

[0064] この実施の形態では、第2電源106が第1電源104による電力変換の開始より遅れて起動する必要がある。そのため、ステップ402において、電源内制御部152は、DCDC部150に電流制限値として0A（ゼロアンペア）を設定してDCDC部150の動作を禁止し、電圧出力を開始させる。電流制限値が0に設定されているので、第2電源106は動作せず、負荷110への電力供給は第1電源104によりなされる。すなわち、第1電源104から第1目標電圧に等しい電圧が出力され、負荷110に電流が供給される。負荷110が必要とする電流は全て第1電源104から供給される。なお、この実施の形態では電流制限値に0Aを設定することでDCDC部150の動作を禁止している。しかしこの開示はそのような実施の形態には限定されず、例えば電源内制御部152がDCDC部150をPWM（Pulse Width Modulation）により駆動するための信号値を計算する処理を行うものの、その駆動信号であるPWM信号をDCDC部150に出力しないようにしてもよい。

- [0065] ステップ404において、電源内制御部152は、電圧出力を開始してから所定時間が経過したか否かを判定する。所定時間が経過したと判定された場合、制御はステップ406に移行する。そうでなければ、ステップ404が繰返される。電源内制御部152は、タイマを有していればタイマにより、タイマを有していなければ、動作クロックをカウントすることにより、時間経過を判定できる。
- [0066] ステップ406において、電源内制御部152は、制御部108から受信した負荷電流値から、0より大きい電流制限値を決定して、DCDC部150に設定する。電流制限値は、第1電源及び第2電源の負荷割合に応じて設定される。これにより、第2電源106から負荷110への電流供給が開始し、それに応じて、第1電源104から負荷110に供給される電流値I1は減少する。第2電源106から供給する電流値I2は、電流制限値に制限されるので、電流制限値まで増大した後は、電流制限値と等しい値になる。したがって、第1電源104から負荷110に供給される電流値I1は、負荷110に流れる電流値ILから、第2電源106の電流制限値を減算した値となる。
- [0067] ステップ408において、電源内制御部152は、制御部108から停止指示を受けたか否かを判定する。停止指示を受けたと判定された場合、制御はステップ410に移行する。そうでなければ、ステップ408が繰返される。
- [0068] ステップ410において、電源内制御部152はDCDC部150を停止させる。
- [0069] 以上により、直流電圧供給システム100において、第1電源104及び第2電源106を共に動作させることができる。その結果、一方の電源からのみ負荷110に電流が供給される負荷集中を抑制でき、負荷110への電流供給を2台の電源に分散させることができる。
- [0070] 図6を参照して、上記の制御により、直流電圧供給システム100における電圧及び電流の変化に関して説明する。最上段のグラフは、直流電圧供給

システム 100 から供給され負荷 110 に流れる電流値 I_L の変化を示す。ここでは、負荷 110 が初期において必要とする電流（ステップ 302 で送信される負荷電流値）は 100 A であるとしている。2 段目及び 3 段目のグラフは、それぞれ第 1 電源 104 及び第 2 電源 106 の出力電流（ I_1 及び I_2 ）の変化を示す。最下段のグラフは、直流電圧供給システム 100 の出力電圧 V_L を示す。最下段のグラフには、第 1 電源 104 及び第 2 電源 106 の目標電圧である第 1 及び第 2 目標電圧（すなわち、第 1 電源 104 及び第 2 電源 106 の出力電圧）を破線で示す。ここでは、第 1 目標電圧は 14.2 V、第 2 目標電圧は 15.0 V に設定されているとする。また、負荷 110 に供給される電流の比率は、第 1 電源 : 第 2 電源 = 4 : 1 を目標とする。

[0071] 上記したように、直流電圧供給システム 100 から電圧供給を開始する（ステップ 304）。第 2 電源 106 の電流制限値が 0 に設定されているので、第 2 電源 106 から電流は供給されない。第 1 電源 104 からは、第 1 目標電圧に等しい電圧が出力される。負荷 110 が必要とする電流は全て第 1 電源 104 から供給される。すなわち、図 6 の 0 から t_0 の期間においては、負荷 110 の電流値 I_L は、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 と等しい。この電流値 I_L は、負荷 110 が初期に必要な電流値（100 A）まで増大して安定する。すなわち、この時点で第 1 電源 104 による電力供給が開始される。このとき、負荷 110 に供給される電圧 V_L は、定電圧モードで動作する第 1 電源 104 の出力電圧 V_1 により決まる。0 から t_0 の期間においては、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 が増大するのに応じて、寄生抵抗 112 による電圧降下も増大する。したがって、直流電圧供給システム 100 の出力電圧 V_L は、第 1 目標電圧から減少する。 t_0 から t_2 の期間においては、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 の割合が 100%（ $I_1 = I_L$ ）である。その結果、寄生抵抗 112 による電圧降下は、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 の割合が、目標とする割合（80%）のときよりも少し大きい。したがって、電圧 V_L は、第 1 電源 104 及び第 2 電源 106 により

負荷 110 に供給される電流の比率が目標（第 1 電源：第 2 電源＝4：1）と等しくなり、直流電圧供給システム 100 が安定したときの電圧（ここでは 14.0V とする）よりも少し小さい値で安定する。

[0072] 所定の短時間（図 6 では t_1 ）が経過した後、第 2 電源 106 の電流制限値が 0 よりも大きい値に変更される（ステップ 308）。その結果、第 2 電源 106 から電流値 I_2 が出力され、電流値 I_2 は電流制限値まで増大する。ただし、ここでは電流制限値を 20A としている。第 2 電源 106 から負荷 110 への電流供給が開始した後、 t_1 から t_2 の期間において電流値 I_2 が増大する。この期間では、負荷 110 に流れる電流値 I_L は一定であるので、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 は減少する。第 2 電源 106 の出力電流値 I_2 が電流制限値（20A）になれば、第 2 電源 106 からの電流値 I_2 は一定（20A）になる（ t_2 から t_3 の期間）。したがって、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 も一定になる。ここでは、第 2 電源 106 の電流制限値が 20A に設定されている。したがって、 $I_L = 100$ （A）であれば、 $I_1 = 100 - 20 = 80$ （A）となり、直流電圧供給システム 100 の出力電圧 V_L は、上記した 14.0V になる。

[0073] 負荷 110 に流れる電流値 I_L は変動し得る。例えば、直流電圧供給システム 100 が電気自動車に搭載されている場合を想定する。この場合、電気自動車の状態（停止中、運転中、ライト点灯中等）に応じて、負荷 110 を構成する電気機器に流れる電流は変化する。例えば、図 6 において、矩形 200 で示すように、負荷 110 に流れる電流値 I_L が変化する場合を想定する。この場合でも、 $I_L \geq$ 電流制限値 であれば、第 2 電源 106 の出力電流値 I_2 は電流制限値（20A）に維持され、第 2 電源 106 は定電流モードでの動作を維持する。 t_3 から t_4 の期間における負荷 110 に流れる電流値 I_L の変動への対応は、第 1 電源 104 によりなされる（出力電流値 I_1 の変化）。第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 が変化することにより、寄生抵抗 112 による電圧降下が変化する。そのため図 6 に示したように直流電圧供給システム 100 の出力電圧 V_L は変化する。しかし、電圧降下の影響

は小さいので、直流電圧供給システム 100 の出力電圧 V_L は、略一定の値に維持される。

[0074] 上記では、負荷 110 の全電流 (100 A) の中で、20 A (20%) を第 2 電源 106 から供給し、残りの 80 A (80%) を第 1 電源 104 から供給するように第 2 電源 106 の電流制限値を設定した。しかし、第 2 電源 106 が定電流モードで動作するときの電流制限値を変更することもできる。こうすることで、負荷 110 に流れる電流値 I_L を第 1 電源 104 及び第 2 電源 106 が担う割合である負荷割合を任意に設定できる。直流電圧供給システム 100 から負荷 110 に供給する電流が変化しても、設定された負荷割合を維持できる。例えば、電流制限値は、直流電圧供給システム 100 から負荷 110 に供給される電流の予測値である指示電流値未満の任意の値に決定できる。この場合の予測値としては、例えば、予測される平均値、予測される最大値等が挙げられる。電流制限値を指示電流値の $1/5$ にすれば、負荷割合を、第 1 電源 : 第 2 電源 = 4 : 1 にすることができる。電流制限値を指示電流値の $2/5$ にすれば、負荷割合を、第 1 電源 : 第 2 電源 = 3 : 2 にすることができる。

[0075] 出力電圧の目標値が一定であっても、電源の出力電圧にはバラツキがある。したがって、第 1 電源 104 の出力電圧のバラツキを考慮すると、第 2 目標電圧は、設定された第 1 出力電圧に基づき第 1 電源 104 が出力する電圧のバラツキの上限値以上に設定することが好ましい。これにより、第 2 電源 106 を起動することができ、第 1 電源 104 のみが負荷 110 に電流を供給し、第 1 電源 104 のみに負荷が集中することを回避できる。なお、バラツキには、電源自体によるものと、寄生抵抗 112 によるものとが含まれる。このバラツキについては、多くの製品について、同じ条件での出力電圧を統計的に処理し、その分布に基づいて設定する。すなわち、出力電圧の分布が正規分布に従うものと仮定して、その平均値に例えば 3σ (σ は標準偏差) を加えた値を上限値とする。こうすることで、ある一定確率で、出力電圧がこの上限値より小さな値となる。実際には、これらは DCDC 部の定格の

一部を構成する。すなわち、この実施の形態では、D C D C部の定格により指定される上限値をバラツキの上限値として採用すればよい。

[0076] 図6において、円202で示すように、負荷110に流れる電流値 I_L が減少し、 I_L ＝電流制限値になっても、第2電源106は定電流モードでの動作を維持し、出力電流値 I_2 は電流制限値(20A)に維持される。しかし、第1電源104の出力電流値 I_1 は0になる(図6の時刻 t_5)。負荷110に流れる電流値 I_L がさらに減少し、 $I_L < \text{電流制限値}$ になれば、第2電源106の出力電流値 I_2 は電流制限値(20A)よりも小さくなる。この結果、第2電源106は定電圧モードで動作するようになる(図6の t_5 から t_6 の期間)。したがって、負荷110に供給される電圧 V_L は、第2電源106の出力電圧 V_2 (すなわち第2目標電圧)により決まる。直流電圧供給システム100の出力電圧 V_L は、第2電源106の出力電圧 V_2 から、寄生抵抗114による電圧降下分だけ小さい値になる。すなわち、次の式が成り立つ。

$$[0077] \quad V_L = V_2 - I_2 \times R_2$$

ところが、第2目標電圧は第1目標電圧よりも大きく、寄生抵抗114による電圧降下は小さい。したがって、負荷110に供給される電圧 V_L は、 $I_L > \text{電流制限値}$ の状態よりも大きい値になる。図6では、この電圧差を ΔV_1 で示す。その後、 $I_L > \text{電流制限値}$ に戻れば、第2電源106は定電流モードで動作する。出力電流値 I_2 は電流制限値(20A)に維持される。第1電源104の出力電流値 I_1 は $I_1 > 0$ となる。直流電圧供給システム100の出力電圧 V_L は、上記したように第1電源104の出力電圧 V_1 (第1目標電圧)により決定され、 $V_L = 14.0$ (V)に戻る。

[0078] したがって、 $I_L < \text{電流制限値}$ になった場合の直流電圧供給システム100の出力電圧 V_L の変動(図6の t_5 から t_6 の期間)を抑制するためには、第2目標電圧を、第1目標電圧よりも大きくかつできるだけ小さい値に設定することが好ましい。上記したように、出力電圧の目標値が一定であっても、電源の出力電圧にはバラツキがある。このバラツキを考慮すると、第

2目標電圧は、設定された第1出力電圧に基づき第1電源104が出力する電圧のバラツキの上限値、又は、上限値にできるだけ近い値に設定することが好ましい。このバラツキの上限値の定め方の一例は上記したとおりである。

[0079] (第1変形例)

直流電圧供給システム100においては、上記したように、図6のt5からt6の期間において、第2電源106が定電圧モードで動作することにより、出力電圧V_Lが変化(増大)する。この変動を抑制するための構成を、第1変形例として以下に示す。この変形例では、直流電圧供給システムが安定すれば、第2電源106に設定されている第2目標電圧が、第2電源106の実際の出力電圧値に置換えられる。

[0080] 図7を参照して、第1変形例に係る直流電圧供給システム130は、図1に示した直流電圧供給システム100と同じ構成であるが、第2電源132の内部構成は、図1の第2電源106と異なる。

[0081] 図8を参照して、第2電源132は、DCDC部150、電源内制御部152、IF部154及び電圧計134を含む。DCDC部150、電源内制御部152及びIF部154は、図1の第2電源106に関して上記したように機能する。電圧計134は、第2電源132の出力電圧V₂を測定する。測定された電圧値は、電源内制御部152に入力される。電圧計134は、例えば電圧センサである。電圧計134の出力信号(測定値)がデジタル信号(デジタルデータ)であれば、電源内制御部152は、そのデジタルデータをそのまま受信し、内部メモリに記憶する。電圧計134の出力信号がアナログ信号であれば、電源内制御部152にA/Dコンバータを備えるようにして、その信号をサンプリングして、デジタルデータに変換すればよい。

[0082] 図9を参照して、直流電圧供給システム130による電圧供給動作に関して説明する。

[0083] 図9は、図5のフローチャートにおいて、ステップ406とステップ40

8との間に、新たなステップ420が追加されたフローチャートである。図9に示した処理は、電源内制御部152が、所定のプログラムを内部メモリから読出して実行することにより実現される。

[0084] 上記したように、ステップ400から406により、直流電圧供給システム130の出力電流値 I_L が、 $I_L > \text{電流制限値}$ であれば、第2電源106は定電流モードで動作し、設定された電流制限値に等しい電流を出力し、負荷110に流れる電流値 I_L の中の残りの電流は第1電源104から供給される。

[0085] ステップ420において、電源内制御部152は、第2電源132の現在の目標電圧（第2目標電圧）を第2電源132の出力電圧の測定値に変更する。具体的には、電源内制御部152は、電圧計134により測定された第2電源132の出力電圧を取得し、その値を第2目標電圧としてDCDC部150に設定する。すなわち、ステップ400においてDCDC部150に設定された制御部108から受信した第2目標電圧（以下、初期目標電圧ともいう）は、新たな第2目標電圧（第2電源132の出力電圧の測定値）に変更される。

[0086] その後、ステップ408により停止の指示を受けたと判定されるまで、直流電圧供給システム130により負荷110への電圧供給が行なわれる。

[0087] 直流電圧供給システム130が安定し、第2電源132が定電流モードで動作し、出力電流値 I_2 が電流制限値と等しくなっていれば、直流電圧供給システム130の出力電圧 V_L は、定電圧モードで動作している第1電源104の出力電圧で決まる。第2電源132の出力電圧 V_2 及び直流電圧供給システム130の出力電圧 V_L には、 $V_2 = V_L + I_2 \times R_2$ の関係がなりたつ。一般に寄生抵抗は小さいので、寄生抵抗114による電圧降下（ $I_2 \times R_2$ ）は小さく、第2電源132の出力電圧 V_2 は、出力電圧 V_L よりも少し大きい。寄生抵抗112及び寄生抵抗114は同程度の値であると考えることができ、定電流モードで動作している第2電源132の出力電圧 V_2 は、第1目標電圧に近い値である。すなわち、第2電源132が定電流モ

ードで動作しているときに、電圧計 134 により測定される出力電圧 V_2 は、第 2 電源 132 に設定されている第 2 目標電圧の初期目標電圧（第 1 目標電圧よりも大きい値）よりも小さい値になっている。

[0088] 直流電圧供給システム 130 においても、直流電圧供給システム 100 に関して図 6（ t_5 から t_6 の期間）に示したのと同様に、第 2 電源 132 が定電圧モードで動作する場合（ $I_2 < \text{電流制限値}$ ）、第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 は 0 となる。直流電圧供給システム 130 の出力電圧 V_L は、定電圧モードで動作している第 2 電源 132 の出力電圧 V_2 で決まる。しかし、直流電圧供給システム 130 は直流電圧供給システム 100 と異なり、上記したように、第 2 電源 132 に設定されている第 2 目標電圧を、測定された出力電圧 V_2 で置換える。したがって、直流電圧供給システム 130 の出力電圧 V_L の変動を、直流電圧供給システム 100 よりも小さくできる。

[0089] 図 10 を参照して、より具体的に説明する。図 10 のグラフは、直流電圧供給システム 130 の出力電流値 I_L が、図 6 と同様に変化した場合の電流及び電圧の変化を示している。図 10 は、図 6 とは最下段のグラフだけが異なる。

[0090] 図 10 において、時刻 t_7 でステップ 420 の処理が実行される。すなわち、円 204 で示すように、第 2 電源 132 の第 2 目標電圧が第 2 電源 132 の出力電圧 V_2 の測定値に変更され、第 2 目標電圧が減少する。このことを除いて、0 から t_5 の期間における電流及び電圧の変化は、図 6 と同じである。 t_7 から t_5 の期間において、第 2 目標電圧は図 6 の値とは異なるが、第 2 電源 132 は定電流モードで動作している。直流電圧供給システム 130 の出力電圧 V_L は、第 1 電源 104 の出力電圧 V_1 、すなわち第 1 目標電圧により決まるので、出力電圧 V_L は図 6 と同様に变化する。その後、 t_5 から t_6 の期間において、直流電圧供給システム 130 の出力電流値 I_L が減少する。 $I_L < \text{電流制限値}$ となると、直流電圧供給システム 130 の出力電圧 V_L は第 2 電源 132 の出力電圧（第 2 目標電圧） V_2 により決定され、第 2 電源 132 の出力電圧 V_2 に近い値となる。直流電圧供給システ

ム 130 では、時刻 t_7 以降では、第 2 目標電圧が初期目標電圧よりも小さい値に設定されている。この結果、第 2 目標電圧が初期目標電圧のままである場合（図 6）よりも、直流電圧供給システム 130 の出力電圧 V_L の変動（図 10 において ΔV_2 で示す）は小さくなる。

[0091] 直流電圧供給システム 130 が安定して、第 2 電源 132 が定電流モードで動作し、出力電流値 I_2 が電流制限値と等しくなっている状態において、第 2 電源 132 の出力電圧を測定する。この測定値で、第 2 目標電圧（初期目標電圧）を置換える。したがって、最初に第 2 目標電圧を比較的高い値に設定していても、第 2 目標電圧は第 1 目標電圧のバラツキの上限値近くまで低くなる。その結果、第 2 電源 132 が定電圧モードで動作することにより生じる直流電圧供給システム 130 の出力電圧 V_L の変動を抑制できる。

[0092] （第 2 変形例）

図 6 の t_5 から t_6 の期間における直流電圧供給システムの出力電圧 V_L の変動（増大）を抑制するための、第 1 変形例とは異なる構成を第 2 変形例として示す。この変形例では、直流電圧供給システムから負荷に供給する電流値 I_L に応じて、繰返し電流制限値を変更する。

[0093] 図 11 を参照して、第 2 変形例に係る直流電圧供給システム 140 は、図 1 に示した直流電圧供給システム 100 に、直流電圧供給システム 140 の出力電流値 I_L を測定する電流計 142 及び電流値伝送ライン 144 が追加された構成である。電流計 142 は、例えば電流センサである。測定された電流値は、電流値伝送ライン 144 を介して制御部 108 に伝送される。電流値伝送ライン 144 により伝送される電流計 142 の出力信号（測定値）がデジタル信号（デジタルデータ）であれば、制御部 108 は、そのデジタルデータをそのまま受信し、例えばメモリ 122 に記憶する。電流値伝送ライン 144 により伝送される電流計 142 の出力信号がアナログ信号であれば、制御部 108 は A/D コンバータを備えて、その信号をサンプリングして、デジタルデータに変換すればよい。

[0094] 図 12 及び図 13 を参照して、直流電圧供給システム 140 による電圧供

給動作に関して説明する。図12は、図4のフローチャートにおいて、ステップ306の判定結果がNOである場合に、ステップ300に戻るよう変更されたフローチャートである。また、図13は、図5のフローチャートにおいて、ステップ408の判定結果がNOである場合に、ステップ406に戻るように変更されたフローチャートである。

[0095] 図12に示した処理は、CPU120が、所定のプログラムをメモリ122から読出して実行することにより実現される。上記したように、ステップ300から304が実行され、直流電圧供給システム140から電圧供給が開始された後、ステップ306において、CPU120は、直流電圧供給システム140を停止する指示を受けたか否かを判定する。停止する指示を受けたと判定された場合、制御はステップ308に移行する。そうでなければ、制御はステップ300に戻る。

[0096] これにより、停止する指示を受けるまで、ステップ300から304が繰返され、CPU120は、負荷電流値を繰返し第2電源106に送信する。このとき、図1の直流電圧供給システム100とは異なり、ステップ302の2回目以降の処理で繰返し送信される負荷電流値は、電流計142により測定された電流値ILの測定値である。なお、ステップ304は、開始指示を送信する指示であり、繰返し送信されるが、第1電源104及び第2電源106は無視すればよい。

[0097] 図13に示した処理は、電源内制御部152が、所定のプログラムを内部メモリから読出して実行することにより実現される。上記したように、ステップ400から404及び最初に実行されるステップ406により、直流電圧供給システム140の出力電流値ILが $IL > \text{電流制限値}$ であれば、第2電源106は定電流モードで動作し、設定された電流制限値に等しい電流を出力し、負荷110に流れる電流値ILの中の残りの電流は第1電源104から供給される。その後、ステップ408において、電源内制御部152は、制御部108から停止指示を受けたか否かを判定する。停止指示を受けたと判定された場合、制御はステップ410に移行する。そうでなければ、

制御はステップ406に戻る。これにより、停止すると判定されるまで、ステップ406の2回目以降の処理が繰返される。

[0098] 繰返されるステップ406において、電源内制御部152は、制御部108から伝送される負荷電流値（負荷110に流れている電流値 I_L ）を取得する度に、負荷電流値から、第2電源106の負荷割合 a （ $0 \leq a \leq 1$ ）に応じて電流制限値を決定し、DCDC部150に設定する。具体的には、電源内制御部152は、取得した負荷電流値（電流値 I_L の測定値）の a 倍の値を、新たな電流制限値として決定する。これにより、新たに設定された電流制限値により、第2電源106の定電流モード時の出力電流が制限される。なお、この変形例では電源内制御部152は制御部108から負荷電流値を取得しているが、電流計142から負荷電流値を直接取得してもよい。さらに、負荷電流値ではなく、第1電源104の出力する電流を測定する電流計を設け、この電流計の出力を電源内制御部152が受けて第2電源106の出力する電流との合計に基づいて負荷電流値を計算してもよい。

[0099] 図14を参照して、直流電圧供給システム140における電圧及び電流の変化に関して説明する。図14において、図6及び図10と同様に、最上段のグラフは、直流電圧供給システム140から供給され負荷110に流れる電流値 I_L を示す。2段目及び3段目のグラフは、それぞれ第1電源104及び第2電源106の出力電流（ I_1 及び I_2 ）を示す。最下段のグラフは、直流電圧供給システム140の出力電圧 V_L を示す。

[0100] 直流電圧供給システム140が起動し電圧供給を開始してから時刻 t_2 までの動作（ステップ400から404及び最初に実行されるステップ406）は、図5と同じである。この間、各電流及び電圧は図6と同様に变化する。時刻 t_2 の後、直流電圧供給システム140では、ステップ406の2回目以降の処理が繰返される。すなわち、電流計142により測定された電流値 I_L の測定値の a 倍（ $0 \leq a \leq 1$ ）の値を新たな電流制限値として設定する処理が繰返される。したがって、負荷110に流れる電流値 I_L が変化すれば、それに応じて第2電源106の電流制限値も变化する。ここでは、 a

= 0.2 とする。

[0101] 図 14 において、 t_2 から t_8 の期間では、負荷 110 に流れる電流値 I_L は一定 (100 A) であり変化していない。第 2 電源 106 の出力電流値 I_2 の測定値も一定 (20 A) で変化しない。第 2 電源 106 の電流制限値は同じ値 (20 A) で更新される。

[0102] t_8 から t_9 の期間においては負荷 110 に流れる電流値 I_L が減少する。この期間においては、第 2 電源 106 の電流制限値は、電流値 I_L が測定される度に、測定値の 0.2 倍に変更される。したがって、第 2 電源 106 の定電流モードでの出力電流値 I_2 は、直前に測定された電流値 I_L の測定値の 0.2 倍 (20%) の値となる。電流値 I_L の残りの 80% は第 1 電源 104 から供給される。すなわち、負荷 110 に流れる電流値 I_L が変化する期間では、第 1 電源 104 及び第 2 電源 106 の出力電流はいずれも電流値 I_L に比例して変化する。電流値 I_L が、電流制限値の初期値 (例えば 20 A) よりも小さくなっても、第 1 電源 104 は定電圧モードで動作し電流を供給する。したがって、直流電圧供給システム 140 の出力電圧は、第 1 電源 104 の出力電圧 V_1 により決定される状態が維持される。第 1 電源 104 の出力電流値 I_1 が変化するにより寄生抵抗 112 による電圧降下に変化し、直流電圧供給システム 140 の出力電圧 V_L は変化するが、その変化量は、図 10 に示した変化量 ΔV_2 よりも小さい。

[0103] 図 14 では、時刻 t_9 以降は、電流値 I_L は、電流制限値の初期値よりも小さい値 (10 A) で一定となる。電流制限値は 2 A (= 0.2 × 10 A) に繰返し設定される。第 2 電源 106 (定電流モード) から 2 A が供給され、第 1 電源 104 (定電圧モード) から残りの 8 A が供給される。

[0104] 図 14 には示していないが、電流値 I_L が 10 A から増大する場合にも同様に電流制限値が変更される。その結果、第 2 電源 106 (定電流モード) 及び第 1 電源 104 (定電圧モード) から共に電流が供給される。

[0105] 上記の第 2 変形例では、負荷 110 に流れる電流を直接測定する場合を説明したが、これに限定されない。直流電圧供給システム 140 の出力電流値

I_Lが分かればよい。例えば、第1電源104の出力電流値I₁と第2電源106の出力電流値I₂とをそれぞれ測定し、それらの測定値を加算して出力電流値I_Lを求めてもよい。それぞれの電流を測定する電流計の測定値は、上記と同様にして制御部108に伝送する。この測定値に制御部108が取得した測定値を加算して、直流電圧供給システム140の出力電流値I_Lを算出できる。

[0106] 上記の第2変形例では、負荷110の電流値I_Lが減少しても0にならない限り、第2電源106から電流が供給される。しかし、負荷110の電流値I_Lが所定値未満になれば、電流制限値を0にし、第2電源106から電流を出力しないようにしてもよい。その場合、第1電源104のみから負荷110に電流が供給されるようになる。このとき、第2電源106から供給されていた電流が0になる。それを補うために、第1電源104の出力電流値I₁が少し増大し、寄生抵抗112による電圧降下が少し大きくなる。そのため、直流電圧供給システム140の出力電圧V_Lは少し減少するが、大きな変化ではない。

[0107] 例えば、第1電源：第2電源＝4：1の割合で電流分割する場合、負荷の電流値が100Aであれば、80A：20Aに分割される。上記したように、負荷の電流値が急減しても、20Aに落ちる（80Aの急減）までは、第2電源は定電流モードを維持できる（第2電源の出力電圧は、直流電圧供給システムの出力電圧に影響しない）。一方、負荷の電流が10Aになると8A：2Aに分割されるが、このときの変化が急減であれば、2Aに落ちるだけ、すなわち8A減少するだけで、第2電源は定電圧モードになってしまう。このように、負荷の電流量が比較的小さい低負荷の状態では、4：1の割合で分割すると、小さい負荷変動でも、第2電源が定電圧モードになり、第2電源の出力電圧が直流電圧供給システムの出力電圧として出力されることがある。これを回避するためには、電流制限値を0Aに設定することが好ましい。

[0108] 上記では、2台の電源が並列に接続される場合を説明したが、3台以上の

電源が並列接続されていてもよい。その場合、1台の電源（第1電源104に対応）を常にCV制御で動作させる。残りの電源に関しては、CVCC制御で動作させる。目標電圧及び電流制限値を図3、図6又は図9のフローチャートで示したように設定すればよい。これにより、特定の電源のみが負荷に電流を供給する負荷集中の状態を回避できる。任意の負荷割合で、複数の電源から負荷に電流を供給させることができる。

[0109] 上記では、制御部108が、第1目標電圧及び負荷電流値を第2電源に送信し、第2電源が第2目標電圧及び電流制限値を決定し、DCDC部150に設定する場合を説明した。しかしこの開示はこれに限定されない。第1の実施形態で説明した第2電源106の第2目標電圧及び電流制限値を決定する機能を、制御部108に持たせても、第1電源104に持たせてもよい。同様に、第1変形例又は第2変形例で説明した第2電源の第2目標電圧及び電流制限値を決定する機能を、制御部108に持たせても、第1電源104に持たせてもよい。

[0110] なお、制御部108が、電流計142により測定された直流電圧供給システム140の出力電流値 I_L の測定値を第2電源106に伝送する処理を繰返す場合には、1回の処理には、出力電流値 I_L が測定されてから測定値が制御部108により取得されるまでの時間が必要である。また、出力電流値 I_L の測定値を第2電源106に伝送する処理を繰返す場合には、制御部108が新たな電流制限値を算出する時間が必要である。さらに、出力電流値 I_L の測定値から、新たな電流制限値を決定して第2電源106に伝送する処理を繰返す場合には、制御部108が新たな電流制限値を出力してから第2電源106により受信されるまでの時間が必要である。この場合、例えば出力電流値 I_L が測定されてから、新たな電流制限値が第2電源106により受信されるまでの遅延時間よりも短い時間で、出力電流値 I_L が急変（減少）した場合を考える。この場合、負荷電流が電流制限値を下回り、第2電源106が定電圧モード（CV制御）で動作するようになる。その結果、直流電圧供給システム140の出力電圧 V_L が増大してしまう。

[0111] これを抑制するには、例えば、第2電源106自体が、第2電源106が定電流モードで動作していない（定電圧モードで動作している）ことを検知するようにすればよい。そうしたときには、設定されている電流制限値を減少させる。これにより、第2電源106は定電流モード（CC制御）での動作を維持できる。したがって、負荷電流が急変し、制御部108から新たな電流制限値を受信するのが遅れた場合にも、直流電圧供給システムの出電電圧の増大を抑制できる。なお、第2電源106は、定電流モードで動作していないことが検知された場合、電流制限値を0に設定してもよい。

[0112] 例えば、第2電源106は、第2電源106自体の動作モードを検知する状態検知部を備えて、定電流モードで動作しなくなったことを検知すればよい。状態検知部により、定電流モードで動作していないことを検知すれば、第2電源106は速やかに、現在設定されている電流制限値を減少させることができる。

[0113] 第2電源106が定電流モードで動作しなくなったことを検知するには、状態検知部に代えて、第2電源106の内部で、出力電流値I₂の測定を行なってもよい。例えば、第2電源106の内部において、出力端子と電源内制御部152とを、電気配線及びA/Dコンバータを介して接続してもよい。第2電源106の電源内制御部152は、取得した電流値（測定値）が、設定されている電流制限値よりも小さければ定電流モードで動作していないことを検知できる。電源内制御部152は、速やかに、電流制限値を、測定値よりも小さい0以上の値に減少させることができる。

[0114] 第2電源106が定電流モードで動作しなくなったことを検知するには、図11に示した構成において、第2電源106の外部に、第2電源106の出力電流値I₂を測定するための電流計を設けて、測定値を第2電源106に伝送してもよいし、第2電源106の出力電圧が第2目標電圧と等しくなっているか否かを測定してもよい。

[0115] また、上記した第1の実施形態、第1変形例及び第2変形例において、第1電源104が、何らかの原因（故障等）で停止する場合もありえる。そう

した場合、第2電源106が定電圧モード（CV制御）で動作することになり、直流電圧供給システムの出力量 V_L が増大してしまう。この対策として、第1電源104が停止しているか否かを判定する判定部を設けることが好ましい。判定部により第1電源104が停止したことを検知して、定電圧モードでの動作時の影響を最小限に抑えることができるように、第2目標電圧及び電流制限値を変更する。そのようにすれば、第1電源104が故障等で停止した場合にも、直流電圧供給システムの出力量の増大を抑制できる。

[0116] 第1電源104が停止しているか否かは、例えば、制御部108又は第2電源106が、第1電源104からの所定の出力信号を監視することで可能である。例えば、第1電源104が自己診断し、正常に動作していれば第1レベル（例えばハイレベル）の信号を出力し、正常に動作していなければ第2レベル（例えばローレベル）の信号を出力すればよい。この出力信号のレベルを判定することにより制御部108又は第2電源106は、第1電源104が停止しているか否かを判定できる。第2電源106が第1電源104の出力信号を監視する場合には、出力信号のレベルが第2レベルになれば、現在設定されている第2目標電圧及び電流制限値をそれぞれ、新たな第2目標電圧及び新たな電流制限値に変更すればよい。新たな電流制限値は、現在設定されている電流制限値よりも大きい値であり、例えば、第2電源106が安定して出力可能な電流の最大値である定格最大電流値である。新たな第2目標電圧は、現在設定されている第2目標電圧よりも小さい値である。寄生抵抗112の値と寄生抵抗114の値とには大きな違いはないので、新たな第2目標電圧は、第1目標電圧と同じ値、又は、第1目標電圧に近い値であることが好ましい。

[0117] 制御部108が第1電源104の出力信号を監視する場合、出力信号のレベルが第2レベルになれば、制御部108から第2電源106に、新たな第2目標電圧及び新たな電流制限値を伝送すればよい。

[0118] 上記では、第1電源104及び第2電源106が、バッテリー102の直流

出力電圧を変換するDC-DCコンバータである場合を説明した。しかしこの開示はこの配置に限定されない。第1電源104は、CV制御により定電圧モードで動作する電源であり、第2電源は、CVCC制御により定電圧モード及び定電流モードで動作可能な電源であればよく、直流電圧供給システムは、そのような複数の電源により構成されたものであればよい。なお、上記したように、3つ以上の電源が並列接続された構成であってもよく、3つ以上の電源が並列接続された構成の場合、1つの電源をCV制御で動作させ、残りの電源をCVCC制御で動作させればよい。

[0119] (第2の実施形態)

[全体構成]

上記第1の実施形態はDC-DCコンバータに関するものであった。しかしこの開示はそのような実施形態には限定されない。DC-AC変換器、AC-AC変換器、又はAC-DC変換器にもこの開示を適用できる。以下に説明する第2の実施形態に係る交流電圧供給システムは、DC-AC変換を行うインバータを含むものである。

[0120] 図15に、第2の実施形態に係る交流電圧供給システム500の概略構成を示す。図15を参照して、交流電圧供給システム500は、バッテリー502から直流電圧の供給を受けて、負荷504に交流電圧を供給する。

[0121] 交流電圧供給システム500は、高電圧のバッテリー502と負荷504との間に並列に接続された第1電源520及び第2電源522を含む。交流電圧供給システム500は、例えば電気自動車等において使用され、家庭用の電気器具等からなる負荷504に一定電圧の交流電圧を供給する。

[0122] 図15では単線で記載しているが、バッテリー502からの直流電圧は、バッテリー502の正極に接続された接続線と、負極に接続された接続線との2本組により第1電源520及び第2電源522に供給されている。第1電源520の出力と第2電源522の出力とは接続ノードで接続され、接続線506を介して負荷504に接続される。交流電圧供給システム500はさらに、第1電源520と接続ノードとの間に存在する寄生抵抗526と、第2

電源 5 2 2 と接続ノードとの間に存在する寄生抵抗 5 2 8 と、第 1 電源 5 2 0 お及び第 2 電源 5 2 2 の間の通信を可能にするバス 5 2 4 を含む。

[0123] 以下の説明でも、第 1 の実施形態と同様、第 1 電源 5 2 0 の出力電圧及び出力電流値をそれぞれ出力電圧 V_1 、出力電流値 I_1 とし、第 2 電源 5 2 2 の出力電圧及び出力電流値をそれぞれ出力電圧 V_2 、出力電流値 I_2 とする。また、接続線 5 0 6 を介して負荷 5 0 4 に供給される電圧及び電流値をそれぞれ電圧 V_L 、電流値 I_L とする。寄生抵抗 5 2 6 及び寄生抵抗 5 2 8 は、いずれも電気配線の抵抗及び接続部の抵抗等からなる各配線上の実質的な抵抗であり、それぞれ抵抗値 R_1 及び R_2 を持つ。

[0124] 図 1 6 に、第 1 電源 5 2 0 の構成を示す。図 1 6 を参照して、第 1 電源 5 2 0 は、バッテリー 5 0 2 から直流電圧を受け、矩形波の交流電圧に変換して出力するインバータ部 5 5 0 と、負荷 5 0 4 に供給する交流電圧が目標値（第 1 目標電圧）となるようにインバータ部 5 5 0 の中の半導体スイッチング素子のデューティ比及びオン・オフのタイミングを調整し、第 1 電源 5 2 0 を定電圧制御するための、マイクロプロセッサを含む電源内制御部 5 5 2 と、インバータ部 5 5 0 の出力する電流を測定しアナログの測定信号を出力する、CT（電流トランス）からなる電流センサ 5 5 4 と、電流センサ 5 5 4 からのアナログ信号を A/D 変換して電源内制御部 5 5 2 に入力するための A/D 変換回路 5 5 6 と、電源内制御部 5 5 2 による第 1 電源 5 2 0 の定電圧制御のための目標電圧を記憶し、電源内制御部 5 5 2 に与えるための目標電圧記憶部 5 5 8 とを含む。

[0125] 電源内制御部 5 5 2 はバス 5 2 4 を介して第 2 電源 5 2 2 と通信可能であり、この実施の形態では電流センサ 5 5 4 により検出された電流値 I_1 を送信する。

[0126] インバータ部 5 5 0 はこの実施の形態ではフルブリッジ式のインバータであり、フルブリッジ接続されたスイッチング素子 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 及び Q_4 を含む。スイッチング素子 Q_1 のドレインはバッテリー 5 0 2 の正極に接続される。スイッチング素子 Q_1 のソースはノード 5 6 2 でスイッチング素子 Q

2のドレインに接続される。スイッチング素子Q2のソースはバッテリー502の負極に接続される。スイッチング素子Q3のドレインはバッテリー502の正極に接続される。スイッチング素子Q3のソースはノード564でスイッチング素子Q4のドレインに接続される。スイッチング素子Q4のソースはバッテリー502の負極に接続される。

[0127] なお、出力電圧を異なる電圧に変換するためには、例えばインバータ部550の前段にDCDC部を設けたり、インバータ部550の後段にトランスによる電圧変換部を設けたりすればよい。

[0128] ノード562及びノード564はそれぞれ負荷504の電源端子の正極及び負極に接続される。この実施の形態では、電流センサ554はノード562から負荷504への接続線上の電流を測定するように設けられる。

[0129] 図17は、第2電源522の構成を示す。図17を参照して、第2電源522は、図16のインバータ部550と同様の構成を持つインバータ部580と、インバータ部580の出力電流値I2を測定する電流センサ585と、インバータ部580の出力電圧V2を測定する電圧センサ587と、インバータ部580からの電流値が目標値となるように制御するための電源内制御部582と、電流センサ585から出力される電流値I2を示すアナログ信号をA/D変換し電源内制御部582に入力するためのA/D変換回路588と、電圧センサ587からの出力電圧V2を示すアナログ信号をA/D変換し電源内制御部582に入力するためのA/D変換回路589とを含む。

[0130] 第2電源522はさらに、第2電源522（交流電圧供給システム500）の起動時から所定時間の経過を測定するためのタイマ584と、タイマ584からの出力により、起動時から所定時間が経過するまで、電源内制御部582に対してインバータ部580による電力変換動作を禁止する信号を出力するための動作禁止信号発生回路586とを含む。タイマ584により所定時間が満了したことが検知されると、動作禁止信号は解除（無効化）され、インバータ部580が起動する。この実施形態では、この信号がハイレベ

ルの場合、インバータ部 580 の電力変換動作が禁止され、ローレベルのときには動作が許可される。この組合せが逆になってもよいし、2 ビット以上のデジタル信号で禁止と解除とを指定してもよい。この編成により、インバータ部 580 は第 2 電源 522 の起動後（すなわち第 1 電源 520 の起動後）、所定時間の遅延の後に起動する。

[0131] 第 2 電源 522 はさらに、第 2 電源 522 の初期目標電圧値を記憶するための初期目標電圧記憶部 590 と、第 2 電源 522 が定電圧動作するときの目標電圧値を記憶するための、書換可能な目標電圧記憶部 592 と、第 2 電源 522 の初期電流制限値を記憶し電源内制御部 582 に入力するための初期電流制限値記憶部 594 と、第 2 電源 522 の動作に伴い更新される電流制限値を記憶するための、書換可能な電流制限値記憶部 596 とを含む。第 2 電源 522 の初期目標電圧値は、第 1 電源 520 の目標電圧値より高い。したがって、第 2 電源 522 は、第 1 電源 520 の起動後から所定時間後に問題なく起動できる。

[0132] 図 18 は、この実施の形態に係る交流電圧供給システム 500 において、第 2 電源 522 の機能を実現するよう電源内制御部 582 を動作させるためのコンピュータプログラムの制御構造を示すフローチャートである。図 18 を参照して、このプログラムは、第 1 電源 520 より後に第 2 電源 522 が起動するように、交流電圧供給システム 500 の起動後、動作禁止信号発生回路 586 から入力される動作禁止信号がハイレベルの間、待機するステップ 600 と、動作禁止信号がローレベルに変化したときに、第 2 電源 522 が定電圧動作するときの目標電圧（第 2 目標電圧）の初期値を初期目標電圧記憶部 590 から読出し、目標電圧記憶部 592 に書込むステップ 602 と、第 2 電源 522 から出力する電流の制限値の初期値を初期電流制限値記憶部 594 から読出し、電流制限値記憶部 596 に書込むステップ 604 とを含む。

[0133] このプログラムはさらに、ステップ 604 の後に実行され、第 2 目標電圧による定電圧制御と、電流制限値による定電流制御との双方を行い、双方の

制御量を算出するステップ606と、ステップ606で出力された制御量の中で、電流値がより小さくなる方の値を選択するよう、出力を調停するステップ608と、ステップ608により調停され選択された制御量にしたがってインバータ部580のスイッチング素子の動作（デューティ比）を出力するステップ610と、動作を停止する命令を受信したか否かを判定し、判定結果にしたがって制御の流れを分岐させるステップ612と、ステップ612で停止命令を受信したと判定されたことに応答して停止処理を実行し、このプログラムの実行を終了するステップ618とを含む。

[0134] このプログラムはさらに、ステップ612の判定が否定であるときに、第2電源522の出力電圧V2を測定するステップ613と、第2目標電圧を現在の第2電源522の出力電圧V2に再設定（更新）するステップ614と、ステップ614に続き、第2電源522の出力電流値I2を測定し、第1電源520から送信されてくる第1電源520の出力電流値I1を読むステップ615と、以下の式（1）にしたがって第2電源522の電流制限値 I_{TS} を計算するステップ616と、目標電圧記憶部592（図17）に記憶されている第2電源522の電流制限値をステップ616で計算された値で更新し、制御をステップ606に戻すステップ617とを含む。なお、この実施の形態では、電源内制御部582は第1電源520の出力電流値I1を第1電源520から受信しているが、電流センサ554の出力を直接に受信するようにしてもよい。

[0135] [数1]

$$I_{TS} = (I1 + I2) * \frac{Rated_S}{Rated_M + Rated_S} \quad (1)$$

ただし、 I_{TS} は第2電源522の電流制限値、I1は第1電源520の出力している負荷電流値、I2は第2電源522の出力している負荷電流値、 $Rated_M$ は第1電源520の定格、 $Rated_S$ は第2電源522の定格を表す。ここで、電流値はインバータ部から出力される電流の実効値である。電圧値はインバータ部から出力される電圧の実効値である。ステップ61

6 及びステップ 6 1 7 でこのように電流制限値が更新されるため、第 2 電源 5 2 2 の出力電流値 I_2 は必ず負荷電流値 I_L よりも小さくなる。したがって、この実施の形態では、第 2 電源 5 2 2 は定電圧モードでは動作しない。なお、式 (1) における I_1 と I_2 の和 ($I_1 + I_2$) は交流電圧供給システム 5 0 0 の出力する負荷電流値を表す。またその値に乗算される値は 0 以上で 1 より小さな値である。この値は、第 1 電源 5 2 0 及び第 2 電源 5 2 2 の定格で定まる目標値である。なお、式 (1) は、電圧供給システム 5 0 0 が供給している電流値 ($I_1 + I_2$) に対する電流制限値 I_{TS} の比が 0 以上 1 未満の値と等しくなるようにする、とも解釈できる。

[0136] また、ステップ 6 1 4 で第 2 目標電圧を現在の第 2 電源 5 2 2 の出力電圧に再設定することで、第 1 の実施形態の第 1 変形例で述べたとおり、第 2 電源 5 2 2 の第 2 目標電圧は、第 2 目標電圧の初期値よりも小さくなる。

[0137] なお、この実施の形態では、 I_1 は第 1 電源 5 2 0 の出力している負荷電流値を表している。しかしこの開示はそのような実施の形態には限定されない。 I_1 としては、第 2 電源 5 2 2 の出力すべき負荷電流値を推定又は計算するための基準となる値であればどのような値でもよい。例えば、 I_1 としては交流電圧供給システム 5 0 0 の出力する I_L であってもよい。この場合には、図 1 5 に示す接続線 5 0 6 に電圧センサを設ければよい。

[0138] [交流電圧供給システムの動作]

上記した交流電圧供給システム 5 0 0 は以下のように動作する。交流電圧供給システム 5 0 0 の動作開始時には第 2 電源 5 2 2 の動作は禁止されている。第 1 電源 5 2 0 のみが動作し、第 2 電源 5 2 2 は動作しない。第 1 電源 5 2 0 は、最初に目標電圧記憶部 5 5 8 から第 1 目標電圧を読み出し、以後、出力が直流ではなく交流である点を除き、第 1 電源 1 0 4 と同様に定電圧制御により動作する。このとき、第 1 電源 5 2 0 の電源内制御部 5 5 2 は、電流センサ 5 5 4 により測定された負荷電流値を A/D 変換回路 5 5 6 から受け、バス 5 2 4 を介して第 2 電源 5 2 2 に定期的に送信する。

[0139] 第 2 電源 5 2 2 の起動時から所定時間が経過するまでは、動作禁止信号発

生回路 586 は電源内制御部 582 に動作禁止信号を与える。電源内制御部 582 はインバータ部 580 を駆動せず、第 2 電源 522 からは電流は出力されない。

[0140] 所定時間が経過すると、タイマ 584 がそれを検知し、動作禁止信号発生回路 586 にタイマ満了信号を送信する。動作禁止信号発生回路 586 はこのタイマ満了信号に応答し、動作禁止信号の出力を停止する。この結果、電源内制御部 582 の制御による第 2 電源 522 からの電流出力が開始される（図 18 のステップ 602 以下）。第 2 電源 522 の第 2 目標電圧は第 1 電源 520 の第 1 目標電圧よりも高く設定されているため、第 2 電源 522 は電流出力を開始できる。

[0141] 第 2 電源 522 の電源内制御部 582 は、第 2 目標電圧の初期値を設定する（ステップ 602）。具体的には、電源内制御部 582 は、初期目標電圧を初期目標電圧記憶部 590 から読出し、目標電圧記憶部 592 に格納する。この初期値は図 17 の初期目標電圧記憶部 590 に記憶されている。この初期値は、第 1 電源 520 による定電圧制御の第 1 目標電圧よりも少し大きい値に設定される。例えば第 1 目標電圧が 15 V であれば、第 2 目標電圧は 18 V 程度に設定される。この第 2 目標電圧は、第 2 電源 522 の動作とともに後述するように更新される。

[0142] 電源内制御部 582 はさらに、電流制限値の初期値を設定する（ステップ 604）。具体的には電源内制御部 582 は、初期電流制限値記憶部 594 から電流制限値の初期値を読出し、電流制限値記憶部 596 に格納する。この電流制限値も後述するように更新されてゆく。続いて、電源内制御部 582 は、あらかじめ設定された第 1 電源 520 と第 2 電源 522 の定格 $R a t e d_M$ 及び $R a t e d_S$ （出力電流）と、第 1 電源 520 の電源内制御部 552 から送信されてきた第 1 電源 520 の出力電流値 I_1 と、自己の出力電流値 I_2 とから、上記した式（1）により第 2 電源 522 の電流制限値 I_{TS} を決定する（ステップ 606）。その後、第 2 目標電圧にしたがって行われた定電圧制御の制御量と、上記した式（1）により決定された電流制限値 I_{TS}

による定電流制御の制御量との調停が行われる（ステップ608）。ここでは、定電流制御による制御量が選択される。続いてこの制御量が出力され、インバータ部580がこの制御量にしたがった制御信号で駆動される。

[0143] さらに、第2目標電圧を、第2電源522の現在の出力電圧で置換える（ステップ614）。交流電圧供給システム500の出力電圧 V_L は、定電圧モードで動作している第1電源520の出力電圧 V_1 で決まる。交流電圧供給システム500の出力電圧 V_L は、第2電源522の出力電圧 V_2 から寄生抵抗528による電圧降下を差引いたものとなる。したがって、このように第2目標電圧を更新することで、第2目標電圧はその初期値よりも小さくなる。

[0144] その後、式（1）にしたがって第2電源522の電流制限値を更新する。この更新により、第2電源522の電流制限値は負荷電流値 I_L よりも必ず小さくなる。第2電源522の出力電流が負荷電流値 I_L 以上となることはなく、第2電源522は実質的に定電流モードのみで動作する。すなわち、第2電源522の出力電圧が第2目標電圧に到達しようとしている状態では、第1電源520は電流を出力せず第2電源522のみが電流を出力している状態である。そのような状態では先行技術の問題点として述べた電圧変動が生ずる可能性がある。しかしこの実施の形態では、式（1）にしたがって第2電源522の電流制限値を更新しているので、必ず第1電源520と第2電源522との双方が一定の割合で負荷電流を負担しているのでそうした問題は生じない。

[0145] 停止の指示があれば（ステップ612でYES）制御はステップ618に進み、停止処理を行ってこのプログラムの実行を終了する。

[0146] 以上のようにこの実施の形態によれば、交流電圧供給システム500において、第1電源520及び第2電源522を共に動作させることができ、一方の電源からのみ負荷504に電流が供給される負荷集中を抑制できる。負荷504への電流供給を2台の電源に分散させることができ、特定の電源のみが長時間動作し、複数の電源の寿命が不均一になることが防止できる。

[0147] またこの実施の形態では、第2電源522が動作を始めると、第1電源520と第2電源522とがいずれも負荷電流の一部を負担し、ともに動作する。負荷電流が変動することによって、第1電源520だけが動作する負荷電流領域と、第1電源520と第2電源522とが動作する負荷電流領域とが切換えることがない。その結果、そうした切換えによる電圧変動が起こることが防止できる。

[0148] (変形例)

なお、上記実施の形態では、I1は第1電源520の出力している負荷電流値を表している。しかしこの開示はそのような実施の形態には限定されない。I1としては、第2電源522の出力すべき負荷電流値を推定又は計算するための基準となる値であればどのような値でもよい。例えば、I1としては交流電圧供給システム500の出力するILであってもよい。この場合には、図15に示す接続線506に電圧センサを設ければよい。

[0149] 又は、I1は、第1電源520の入力側の電流を表す値であってもよい。この場合、図19に示すように、電流センサ650を第1電源630の入力側に設けることもできる。

[0150] 図19に示す第1電源630が第1電源520と異なるのは、図16に示すインバータ部550に代えて、入力側に配置された電流センサ650を持つインバータ部640を含む点と、図16のA/D変換回路556に代えて、電流センサ650の出力するアナログ信号をA/D変換して電源内制御部552に与えるA/D変換回路652を含む点とである。なお、この場合、電流センサ650が測定する電流値は第1電源630の出力電流値そのものとはいえない。しかし、電流センサ650の出力に基づいて第1電源630の出力電流を推定できる。例えば以下の式により第1電源630の出力電流を推定できる。

[0151] [数2]

$$I_{TS} = (C1 * I1 + I2) * \frac{Rated_S}{Rated_M + Rated_S}$$

ただし I_{TS} は第 2 電源 522 の電流制限値、 I_1 は基準値であって第 1 電源 520 から受信したインバータ部 640 の入力側の電流センサ 650 の出力、 C_1 は I_1 から第 1 電源 520 の出力電流を推定するための係数、 I_2 は図 17 に示す電流センサの出力、 $Rated_M$ は第 1 電源 520 の定格、 $Rated_S$ は第 2 電源 522 の定格である。

[0152] 基準値である電流値 I_1 に係数 C_1 を乗ずることで第 1 電源 520 の出力電流値を推定する処理は電源内制御部 552 で行えばよい。また、図 19 に示すものと異なり、例えばインバータ部 640 の前段に電圧変換するための DCDC 部がある場合、又はインバータ部 640 の後段に電圧変換するためのトランスがある場合でも、それらの任意の場所で測定した電流から例えばトランスの降圧比を用いて第 1 電源 630 の出力電流を推定できる。電源内制御部 552 からは推定後の第 1 電源 630 の出力電流を第 2 電源 522 に送信すればよい。

[0153] また、第 1 電源 630 から第 2 電源 522 に送信する値は、第 1 電源 630 の出力電流そのものでなくてもよい。第 1 電源 630 の出力電流と等価な情報を含むものであればよい。例えば、第 1 電源 630 の負荷率（出力電流値／定格）でもよいし、それ以外の情報でもよい。さらに、図 19 のようなセンサ配置の場合には、電源内制御部 552 で推定した第 1 電源 630 の出力電流ではなく、電流センサ 650 により測定された電流値そのものを第 2 電源 522 に送信してもよい。この場合には、第 2 電源 522 側で第 1 電源 630 の出力電流を推定すればよい。事情が許せば、電流センサ 650 の出力するアナログ信号をそのまま第 2 電源 522 に送信し、第 2 電源 522 側でデジタル信号に変換し処理することも可能である。

[0154] （第 3 の実施形態）

図 20 は、第 3 の実施形態における交流電圧供給システムの構成を示すブロック図である。図 20 を参照して、この実施形態に係る交流電圧供給システム 770 は、図 15 に示す交流電圧供給システム 500 と同様の構成を持つが、図 15 の第 1 電源 520 の出力電圧を測定してアナログ信号を出力す

る電圧センサ 780 をさらに含む点、及び図 15 の第 2 電源 522 に代えて、電圧センサ 780 の出力を受け、第 2 電源 522 と同様、第 1 電源 520 の目標電圧より高い目標電圧での定電圧モードと、電流制限値に基づく定電流モードとを切替えて実行する第 2 電源 782 を含む点とで交流電圧供給システム 500 と異なる。

[0155] 図 21 を参照して、第 2 電源 782 は、図 17 に示す第 2 電源 522 から電圧センサ 587 を削除し、A/D 変換回路 589 が電圧センサ 587 からではなく、図 20 に示す電圧センサ 780 の出力を受けて A/D 変換し、デジタル信号を出力する点、図 20 に示すタイマ 584 及び動作禁止信号発生回路 586 を含まない点、及び図 20 に示す電源内制御部 582 に代えて、交流電圧供給システム 770 の起動後、電圧センサ 780 から受信する第 1 電源 520 の出力電圧が第 1 目標電圧に等しくなるまでインバータ部 580 を停止させておき、第 1 電源 520 の出力電圧が第 1 目標電圧に等しくなったことに応答してインバータ部 580 の電力変換動作を開始させる電源内制御部 790 を含む点とにおいて、図 17 に示す第 2 電源 522 と異なる。しかし他の点では第 2 電源 782 は第 2 電源 522 と同様の構成を持つ。

[0156] この第 3 の実施形態では、電源内制御部 790 は、交流電圧供給システム 770 が起動された後、インバータ部 580 への駆動信号を停止する。すなわち電源内制御部 790 は、定電流モードで電流を出力するために必要なインバータ部 580 駆動信号の値自体は計算するが、インバータ部 580 への駆動信号の出力スイッチの接点を開くことにより、駆動信号の出力を行わない。この結果、交流電圧供給システム 770 が起動された直後にはインバータ部 580 は動作せず、第 2 電源 782 からの電流出力は行われない。電源内制御部 790 は、この状態で A/D 変換回路 589 を経由して電圧センサ 780 から与えられる、第 1 電源 520 の出力電圧 V_1 を監視する。第 1 電源 520 の出力電圧 V_1 が第 1 目標電圧と等しくなれば、それは第 1 電源 520 による電力変換が開始されたということである。その場合には電源内制御部 790 は、インバータ部 580 への駆動信号の出力を開始する。定電圧

モードにおける第2電源782の目標電圧は第1目標電圧より高いので、第2電源782は電流を出力できる。一方、第2電源782の電流制限値は上記した各実施の形態と同様、第1電源520の出力電流と第2電源782の出力電流との和に対する電流制限値の比率が、式(1)を満足するように定められる。この値によれば、第2電源782は定電流モードで動作し、負荷への電流を第1電源520と第2電源782とで分担することになる。第2電源782が定電圧モードで動作することではなく、第1電源520による定電圧モードから第2電源782による定電圧モードに動作モードが変化することに伴う電圧の変動を防止できる。その結果、各電源を任意の負荷割合に設定できる電圧供給システム及び電源を提供できる。また、負荷電流の変動による電圧供給システムの出力電圧の変動を抑制できる。なお、この実施の形態では、第1電源520の出力電圧V1が第1目標電圧と等しくなったことにより第1電源520による電力変換が開始されたことを検知している。しかしこの開示はそのような実施の形態には限定されない。第1電源520が電力変換を開始したことを第1電源520が自分自身で判定し、それを示す信号を電源内制御部790に送信するようにしてもよい。

[0157] (第4の実施形態)

第4の実施の形態は、第3の実施の形態と同様、第1電源と第2電源とを含み、バッテリーからの直流電圧を所定の交流電圧に変換して出力する交流電圧供給システムに関する。

[0158] 図22は、この第4の実施形態における第1電源800の構成を示すブロック図である。図22を参照して、この第1電源800は、図16に示す第1電源520と似た構成を持つ。異なるのは、インバータ部550の出力電圧を測定する電圧センサ810及び電圧センサ810の出力するアナログ電圧信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路812をさらに含む点と、図16の電源内制御部552に代えて、A/D変換回路812から与えられるインバータ部550の出力電圧を示す信号をバス524上に出力する機能をさらに持つ電源内制御部814をさらに含む点とである。

[0159] 図23は、第4の実施形態における第2電源830の構成を示すブロック図である。図23を参照して、第2電源830は図17に示すA/D変換回路589、タイマ584及び動作禁止信号発生回路586を含まない点、及び、図17の電源内制御部582に代えて、第1電源800及び第2電源830を含む交流電圧供給システムの起動後、バス524を介して第1電源800から受信する第1電源800の出力電圧が第1目標電圧に等しくなるまでインバータ部580を停止させておき、第1電源800の出力電圧が第1目標電圧に等しくなったことに応答してインバータ部580の電力変換動作を開始させる電源内制御部832を含む点とにおいて、第3の実施形態の電源内制御部582（図17参照）と異なっている。

[0160] この実施の形態に係る交流電圧供給システムの動作は、第3の実施の形態の動作と同様である。電源内制御部832は、この実施の形態に係る交流電圧供給システムが起動された後、インバータ部580への駆動信号を停止する。すなわち、電源内制御部832は、定電流モードで電流を出力するために必要なインバータ部580の駆動信号の値自体は計算するが、インバータ部580への駆動信号の出力スイッチの接点を開いておくことにより、駆動信号の出力を行わない。この結果、交流電圧供給システムが起動された直後にはインバータ部580は動作せず、第2電源830からの電流出力は行われない。電源内制御部832は、この状態でバス524を経由して第1電源800から与えられる、第1電源800の出力電圧V1を監視する。第1電源800の出力電圧V1が第1目標電圧と等しくなれば、それは第1電源800による電力変換が開始されたということである。その場合には電源内制御部832は、インバータ部580への駆動信号の出力を開始する。定電圧モードにおける第2電源830の目標電圧は第1目標電圧より高いので、第2電源830は電流を出力できる。一方、第2電源830の電流制限値は、上記した各実施の形態と同様、第1電源800の出力電流と第2電源830の出力電流との和に対する電流制限値の比率が、式（1）を満足するように定められる。この値によれば、第2電源830は定電流モードで動作し、負

荷への電流を第1電源800と第2電源830とで分担することになる。第2電源830が定電圧モードで動作することではなく、第1電源800による定電圧モードから第2電源830による定電圧モードに動作モードが変化することはない。したがって、動作モードの変更に伴う電圧の変動を防止できる。その結果、各電源を任意の負荷割合に設定できる電圧供給システム及び電源を提供できる。また、負荷電流の変動による電圧供給システムの出力電圧の変動を抑制できる。この実施の形態でも、第1電源800が起動したことを示す信号を電源内制御部832が第1電源800から受信することで、第1電源800による電力変換が開始したことを検知するようにしてもよい。

[0161] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

[0162] (付記1) 第1目標電圧に基づいて定電圧モードで直流電圧を出力する定電圧電源を含む直流電圧供給システムで用いられ、前記定電圧電源に並列接続される直流電源であって、

前記第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む、直流電源。

[0163] (付記2) 前記直流電圧供給システムが起動された後、所定時間、前記電流制限値は0に設定され、

前記所定時間が経過した後、前記電流制限値は0より大きい所定値に設定される、付記1に記載の直流電源。

[0164] (付記3) 前記電流制限値は、前記直流電圧供給システムから供給している電流値と、0以上1以下の値とを乗算して得られる値である、付記1に記載の直流電源。

[0165] (付記4) 前記第2目標電圧は、前記定電圧電源が前記第1目標電圧に基づいて出力する前記直流電圧のバラツキの上限よりも大きい値である、付記1～3のいずれか1項に記載の直流電源。

[0166] (付記5) 前記第2目標電圧は、前記定電圧電源が前記第1目標電圧に

基づいて出力する前記直流電圧のバラツキの上限と同じ値である、付記 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の直流電源。

[0167] (付記 6) 前記直流電圧供給システムが起動された後、前記電圧生成部が定電流モードで電圧を出力するようになれば、前記第 2 目標電圧は、前記直流電源が出力している電圧に置き換えられる、付記 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の直流電源。

[0168] (付記 7) 前記直流電源の動作状態を検知する状態検知部をさらに含み、

前記状態検知部により、前記直流電源が定電流モードで動作していないことが検知されたことを受けて、前記電流制限値を 0 以上の値に減少させる、付記 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の直流電源。

[0169] (付記 8) 前記直流電源の出力電流を測定する測定部をさらに含み、前記測定部により測定された前記出力電流が前記電流制限値未満になったことを受けて、前記電流制限値を 0 以上の値に減少させる、付記 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の直流電源。

[0170] (付記 9) 前記定電圧電源が停止しているか否かを判定する判定部をさらに含み、

前記判定部により、前記定電圧電源が停止していると判定されたことを受けて、

前記第 2 目標電圧は、前記第 1 目標電圧に置き換えられ、

前記電流制限値は、前記直流電源の定格最大電流値に置き換えられる、付記 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の直流電源。

[0171] (付記 10)

第 1 目標電圧に基づいて定電圧モードで直流電圧を出力する第 1 電源と、前記第 1 電源に並列接続された第 2 電源とを含み、

前記第 2 電源は、前記第 1 目標電圧よりも高い第 2 目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む、直流電圧供給システム。

[0172] (付記 1 1)

第 1 目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する定電圧電源を含む電圧供給システムで用いられ、前記定電圧電源に並列接続される電源を制御する電源制御装置であって、

前記電源は、入力電圧を所定の出力電圧に変換して出力する電力変換回路であり、当該電力変換回路は、前記入力電圧を前記出力電圧に変換して出力するように接続された複数のスイッチング素子を含み、

前記電源制御装置は、

前記電力変換回路の出力電流を測定する電流センサと、

前記電力変換回路の出力電圧を測定する電圧センサと、

前記電圧供給システムの起動後、所定時間が経過したことを検知し検知信号を出力するタイマと、

前記電流センサ及び前記タイマの出力を受け、前記複数のスイッチング素子を駆動する出力を持つコンピュータとを含み、

前記コンピュータは、

前記電圧供給システムの起動時に前記電力変換回路を停止した状態に維持し、

前記タイマからの前記検知信号に応答して、前記電力変換回路の電流制限値の初期値を定めて前記電力変換回路を起動し、

以下の制御処理を繰返し実行するようプログラムされており、

前記制御処理では、前記コンピュータは、

前記電流制限値の電流が前記電力変換回路の出力に得られるように前記電力変換回路を駆動し、

前記電流センサの出力、及び、前記電圧供給システムの出力電流又は前記定電圧電源の出力電流に対して所定の計算式を適用して前記電流制限値を更新する、

ようにプログラムされている、電源制御装置。

[0173] (付記 1 2)

前記コンピュータはさらに、前記定電圧電源の出力電流を算出するための基準値を前記定電圧電源から受けるように接続されており、

前記コンピュータは、前記制御処理の前記電流制限値を更新する際に、前記電流センサの出力及び前記基準値に対して前記計算式を適用して前記電流制限値を更新するようプログラムされている、付記 11 に記載の電源制御装置。

[0174] (付記 13)

前記計算式は、以下の式

[数3]

$$I_{TS} = (I1 + I2) * \frac{Rated_S}{Rated_M + Rated_S}$$

であり、ただし I_{TS} は前記電流制限値、 $I1$ は前記基準値、 $I2$ は前記電流センサの出力、 $Rated_M$ は前記定電圧電源の定格、 $Rated_S$ は前記電力変換回路の定格である、付記 12 に記載の電源制御装置。

[0175] (付記 14)

前記計算式は、以下の式

[数4]

$$I_{TS} = (C1 * I1 + I2) * \frac{Rated_S}{Rated_M + Rated_S}$$

であり、ただし I_{TS} は前記電流制限値、 $I1$ は前記基準値、 $C1$ は前記基準値から前記定電圧電源の出力電流を推定するための係数、 $I2$ は前記電流センサの出力、 $Rated_M$ は前記定電圧電源の定格、 $Rated_S$ は前記電力変換回路の定格である、付記 12 に記載の電源制御装置。

[0176] (付記 15)

前記コンピュータは、メモリを含み、

前記コンピュータは、

前記電力変換回路が起動されたことに応答して、前記メモリに、前記定電

圧電源の出力電圧の目標値である第1目標電圧より高い、前記電力変換回路の出力電圧の目標値である第2目標電圧の初期値を記憶し、

前記制御処理において、前記コンピュータはさらに、

前記電力変換回路の出力電圧が前記メモリに記憶されている前記第2目標電圧を超えないように前記電力変換回路を制御し、

前記メモリに記憶されている前記第2目標電圧を、前記電力変換回路を制御した後の前記電圧センサの出力値で更新する、

ようにプログラムされている、付記11から付記14のいずれか1項に記載の電源制御装置。

[0177] 以上、実施の形態を説明することによりこの開示を説明したが、上記した実施の形態は例示であって、この開示は上記した実施の形態のみに制限されるわけではない。この発明の範囲は、発明の詳細な説明の記載を参酌した上で、請求の範囲の各請求項によって示され、そこに記載された文言と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含む。

符号の説明

[0178] 100、130、140 直流電圧供給システム
102、502 バッテリ
104、520、630、800 第1電源
106、132、522、782、830 第2電源
108 制御部
110、504 負荷
112、114、526、528 寄生抵抗
116 接続ノード
120 CPU
122 メモリ
124、154 IF部
126、524 バス
134 電圧計

142 電流計
144 電流値伝送ライン
150 D C D C 部
152、552、582、790、814、832 電源内制御部
200 矩形
202、204 円
300、302、304、306、308、400、402、404、406、408、410、420、600、602、604、606、608、610、612、613、614、615、616、617、618 ステップ
500、770 交流電圧供給システム
506 接続線
550、580、640 インバータ部
554、585、650 電流センサ
556、588、589、652、812 A / D 変換回路
558、592 目標電圧記憶部
562、564 ノード
584 タイマ
586 動作禁止信号発生回路
587、810 電圧センサ
590 初期目標電圧記憶部
594 初期電流制限値記憶部
596 電流制限値記憶部
C1 係数
Q1、Q2、Q3、Q4 スイッチング素子
R1、R2 抵抗値
V1 第1電源の出力電圧
V2 第2電源の出力電圧

- V L 電圧供給システムの出カ電圧
- I 1 第 1 電源の出カ電流
- I 2 第 2 電源の出カ電流
- I L 電圧供給システムの出カ電流

請求の範囲

- [請求項1] 第1目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する定電圧電源を含む電圧供給システムで用いられ、前記定電圧電源に並列接続される電源であって、
- 前記第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む、電源。
- [請求項2] 前記定電圧電源が電力変換を開始するまで、前記電源による電力変換の開始を遅延させる遅延部をさらに含む、請求項1に記載の電源。
- [請求項3] 前記遅延部は、前記電圧供給システムが起動された後、所定時間の遅延後に、前記電源による電力変換を開始させる遅延起動部を含む、請求項2に記載の電源。
- [請求項4] 前記遅延起動部は、
- 前記電圧供給システムが起動された後、前記所定時間が経過したことを検出するタイマと、
- 前記電圧供給システムが起動されたことに応答して、前記電源の動作を禁止する動作禁止部と、
- 前記タイマが前記所定時間の経過を検出したことに応答して、前記動作禁止部を無効化し、前記電源による電力変換を起動するための起動部とを含む、請求項3に記載の電源。
- [請求項5] 前記動作禁止部は、前記電圧供給システムが起動されたことに応答して、前記電流制限値を0に設定する第1の電流設定部を含み、
- 前記起動部は、前記タイマが前記所定時間の経過を検出したことに応答して、前記電流制限値を0より大きい所定値に設定する第2の電流設定部を含む、請求項4に記載の電源。
- [請求項6] 前記第2の電流設定部は、前記電流制限値を、所定の下限值と、前記電圧供給システムから供給している電流値により規定される上限値との間の値に設定する制限値設定部を含む、請求項5に記載の電源。

- [請求項7] 前記制限値設定部は、前記電圧供給システムから供給している電流値と、0以上1未満の値とを乗算して得られる値に前記電流制限値を決定する電流制限値決定部を含む、請求項6に記載の電源。
- [請求項8] 前記制限値設定部は、前記電圧供給システムから供給している電流値に対する前記電流制限値の比が、0以上1未満の所定の目標値と等しくなるように前記電流制限値を設定する設定部を含む、請求項6に記載の電源。
- [請求項9] 前記第2の電流設定部は、
前記定電圧電源から、当該定電圧電源が出力している電流値を示す値を受ける電流値受信部と、
前記電流制限値を、前記電流値受信部が受信した値により示される電流値と前記電源の出力している電流値との和に対する比率が0以上1未満の所定の目標値となるように設定する制限値設定部を含む、請求項6に記載の電源。
- [請求項10] 前記制限値設定部は、
前記電流値受信部が受信した値に対して所定の換算式により前記定電圧電源が出力している電流値を算出する電流値算出部と、
前記電流値算出部により算出された前記電流値と前記電源の出力電流値との和に対する前記電流制限値の比率が前記目標値となるように、前記電流制限値を設定する電流制限部とを含む、請求項9に記載の電源。
- [請求項11] 前記目標値は、前記定電圧電源の定格出力電流と前記電源の定格出力電流との和に対する、前記電源の定格出力電流の比である、請求項9又は10に記載の電源。
- [請求項12] 前記第2目標電圧は、前記定電圧電源が前記第1目標電圧に基づいて出力する前記電圧のバラツキの上限以上の値である、請求項1から請求項11のいずれか1項に記載の電源。
- [請求項13] 前記第2目標電圧は、前記定電圧電源が前記第1目標電圧に基づい

て出力する前記電圧のバラツキの上限と同じ値である、請求項 1 2 に記載の電源。

[請求項14] 前記バラツキは、前記定電圧電源の仕様により定められた値である、請求項 1 2 又は請求項 1 3 に記載の電源。

[請求項15] 前記電源はさらに、前記電圧供給システムが供給している電流値を示す信号を受ける電流値受信部を含み、

前記第 2 の電流設定部は、前記電流制限値を、所定の下限值と、前記電流値受信部が受信した前記信号が示す前記電流値との間の値に設定する電流制限値設定部を含む、請求項 5 に記載の電源。

[請求項16] 前記電圧供給システムが負荷に供給している前記電流値を測定する電流センサをさらに含み、

前記電流値受信部は、前記電流センサから前記電流値を示す前記信号を受ける、請求項 1 5 に記載の電源。

[請求項17] 前記電圧供給システムは、

前記電圧供給システムが負荷に供給している前記電流値を測定する電流センサと、

前記電流センサにより測定された前記電流値を示す信号を前記電流値受信部に供給するための制御部とをさらに含み、

前記電流値受信部は前記制御部から前記信号を受ける、請求項 1 5 に記載の電源。

[請求項18] 前記電源はさらに、前記定電圧電源が出力している電流値を受ける電流値受信部を含み、

前記第 2 の電流設定部は、前記電流値受信部が受信した前記電流値との比率が所定の目標値となるように前記電流制限値を設定する電流制限値設定部を含む、請求項 5 に記載の電源。

[請求項19] 前記定電圧電源が出力している電流値を測定する電流センサと、前記電流センサにより測定された電流値を示す信号を前記電流値受信部に供給するための制御部とをさらに含み、

前記電流値受信部は、前記制御部から前記信号を受信する、請求項 18 に記載の電源。

[請求項20] 前記定電圧電源が出力している電流値を測定する電流センサをさらに含み、

前記電流値受信部は、前記電流センサから前記電流値を受ける、請求項 18 に記載の電源。

[請求項21] 前記動作禁止部は、前記電圧供給システムが起動されたことに応答して、前記電圧生成部への駆動信号の出力を停止する駆動信号停止部を含み、

前記起動部は、前記タイマが前記所定時間の経過を検出したことに応答して、前記電圧生成部への駆動信号の出力を開始する駆動信号出力部を含む、請求項 4 に記載の電源。

[請求項22] 前記遅延起動部は、
前記電圧供給システムが起動された後、前記所定時間が経過したことを検出するタイマと、

前記電圧供給システムが起動されたことに応答して、前記電圧生成部への駆動信号の出力を停止する駆動信号出力停止部と、

前記タイマが前記所定時間の経過を検出したことに応答して、前記駆動信号出力停止部を無効化することで前記電源による電力変換を起動するための起動部とを含む、請求項 3 に記載の電源。

[請求項23] 前記遅延部は、前記定電圧電源による電力変換が開始したことに応答して、前記電源による電力変換を開始させる遅延起動部を含む、請求項 2 に記載の電源。

[請求項24] 前記遅延起動部は、前記定電圧電源の出力電圧が前記第 1 目標電圧に達したこと、及び前記定電圧電源から電力変換を開始したことを示す情報を受信したこと、の少なくとも一方に応答して前記電源による電力変換を開始させる、請求項 23 に記載の電源。

[請求項25] 前記電圧供給システムが起動された後、前記電圧生成部が定電流モ

ードで電圧を出力するようになったことに応答して、前記第2目標電圧を、前記電源が出力している電圧に置き換える目標電圧置換部をさらに含む、請求項1から請求項24のいずれか1項に記載の電源。

[請求項26] 前記電源の動作状態を検知する状態検知部と、
前記状態検知部により、前記電源が定電圧モードで動作していることが検知されたことを受けて、前記電源の動作を制限する制限部とをさらに含む、請求項1から請求項25のいずれか1項に記載の電源。

[請求項27] 前記状態検知部は、前記電源の出力電圧が前記第2目標電圧に到達しているか否かにより、前記電源が定電圧モードで動作しているか否かを検知する、請求項26に記載の電源。

[請求項28] 前記制限部は、前記状態検知部により、前記電源が定電圧モードで動作していることが検知されたことを受けて、前記電流制限値を0以上の値に減少させる、請求項26に記載の電源。

[請求項29] 前記電源の出力電流を測定する測定部をさらに含み、
前記測定部により測定された前記出力電流が前記電流制限値未満になったことを受けて、前記電流制限値を0以上の値に減少させる、請求項1から請求項25のいずれか1項に記載の電源。

[請求項30] 前記定電圧電源が停止しているか否かを判定する判定部をさらに含み、

前記判定部により、前記定電圧電源が停止していると判定されたことを受けて、

前記第2目標電圧を、前記第1目標電圧に置き換え、

前記電流制限値を、前記電源の定格最大電流値に置き換える、請求項1から請求項29のいずれか1項に記載の電源。

[請求項31] 前記定電圧電源は、前記第1目標電圧に基づいて定電圧モードで直流電圧を出力する直流定電圧電源を含み、

前記電源は、前記定電圧モード、及び、前記定電流モードを切替えて直流電圧を出力する直流電圧生成部を含む、請求項1から請求項3

0のいずれか1項に記載の電源。

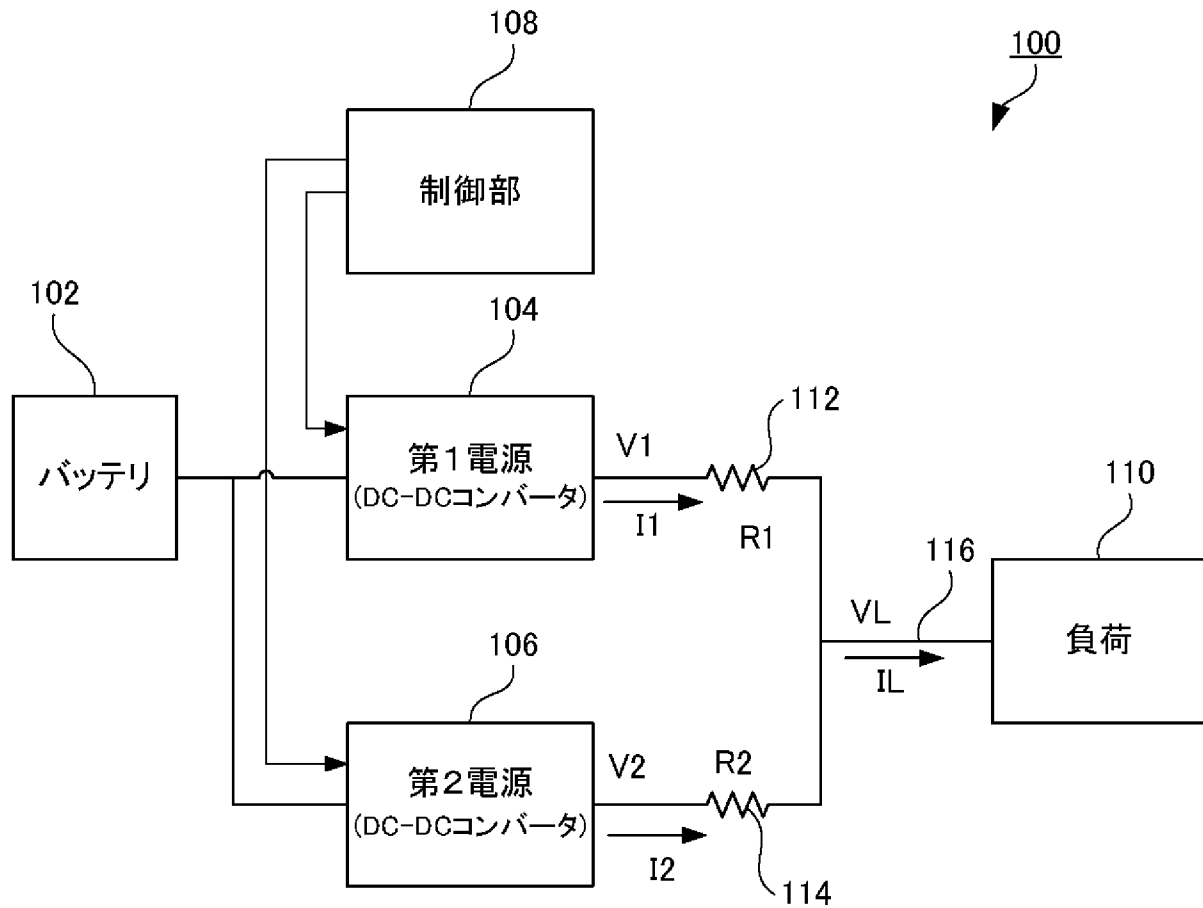
[請求項32] 前記定電圧電源は、前記第1目標電圧に基づいて定電圧モードで交流電圧を出力する交流定電圧電源を含み、

前記電源は、前記定電圧モード、及び、前記定電流モードを切替えて交流電圧を出力する交流電圧生成部を含む、請求項1から請求項30のいずれか1項に記載の電源。

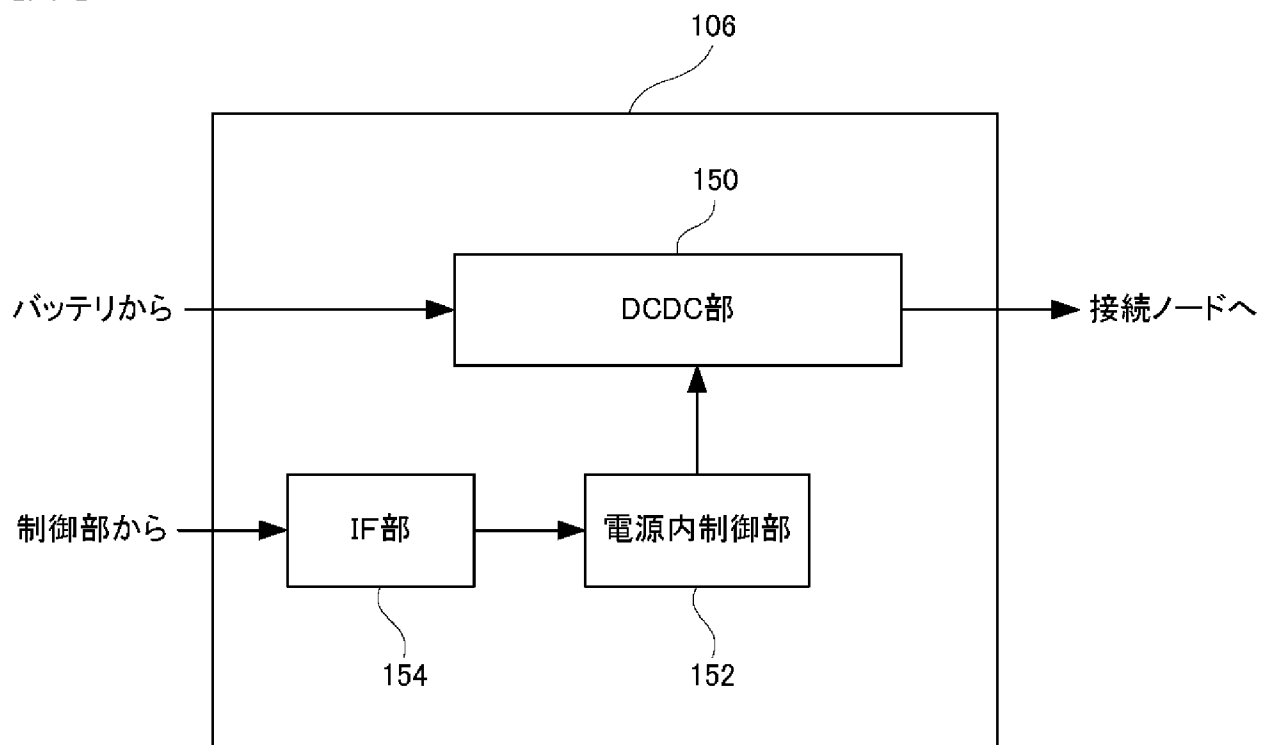
[請求項33] 第1目標電圧に基づいて定電圧モードで電圧を出力する第1電源と、前記第1電源に並列接続された第2電源とを含み、

前記第2電源は、前記第1目標電圧よりも高い第2目標電圧に基づく定電圧モード、及び、電流制限値に基づく定電流モードを切替えて電圧を出力する電圧生成部を含む、電圧供給システム。

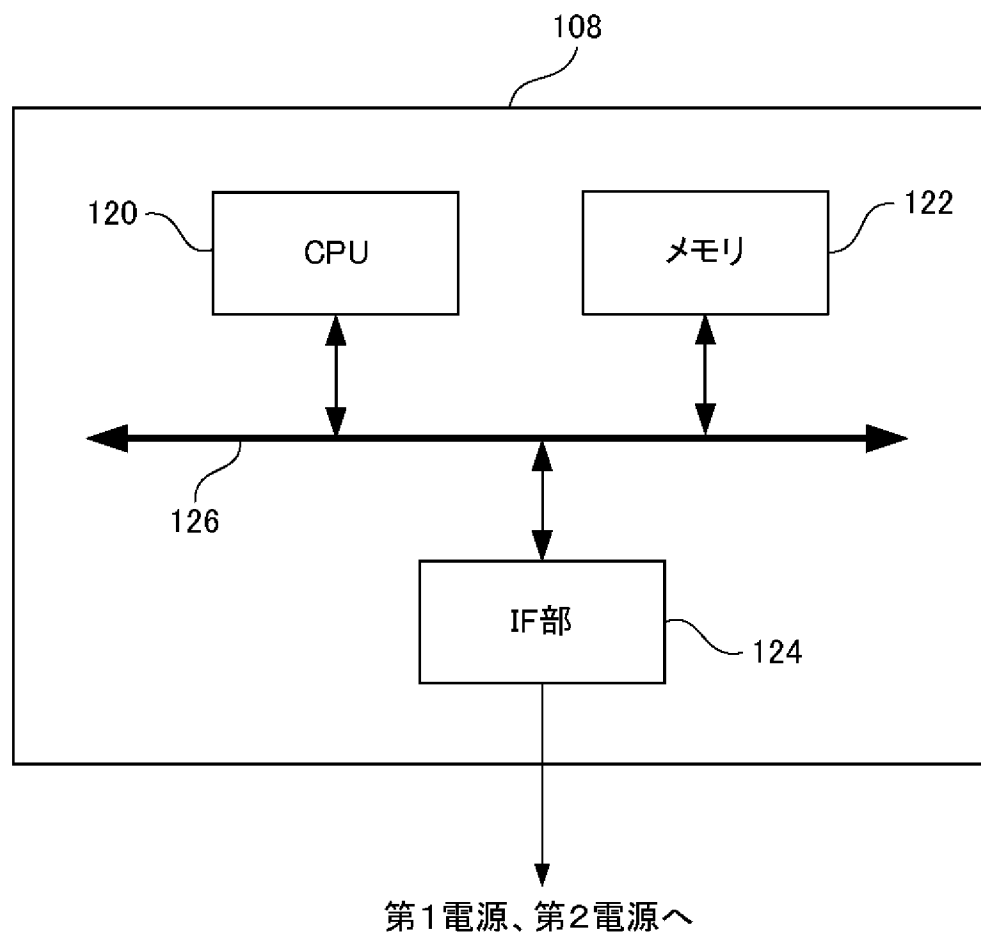
[図1]



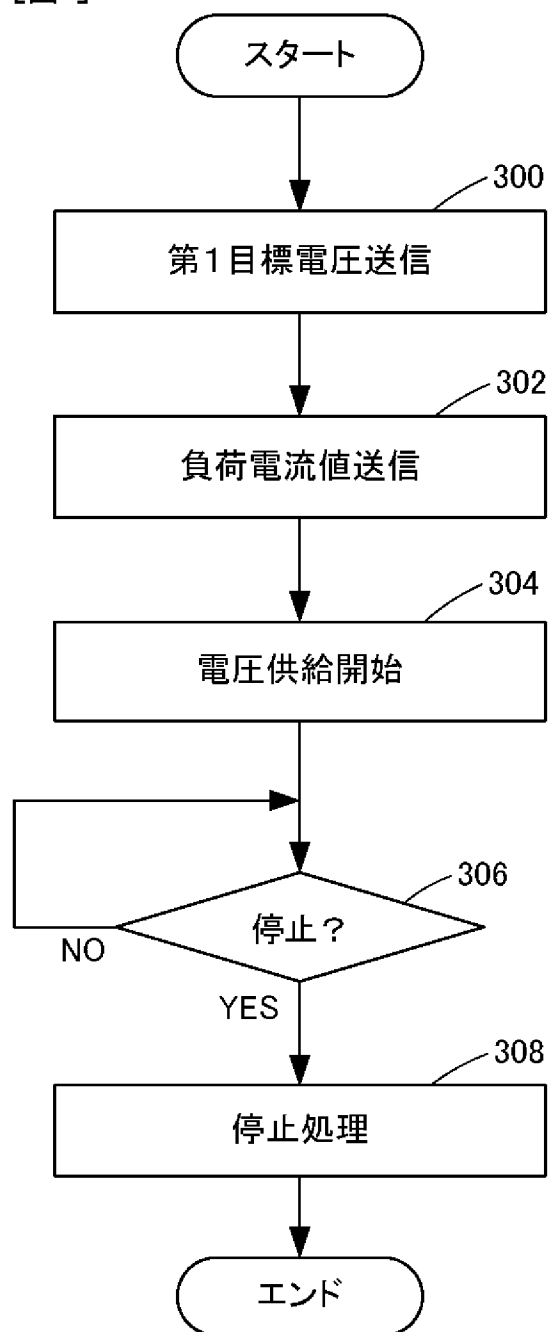
[図2]



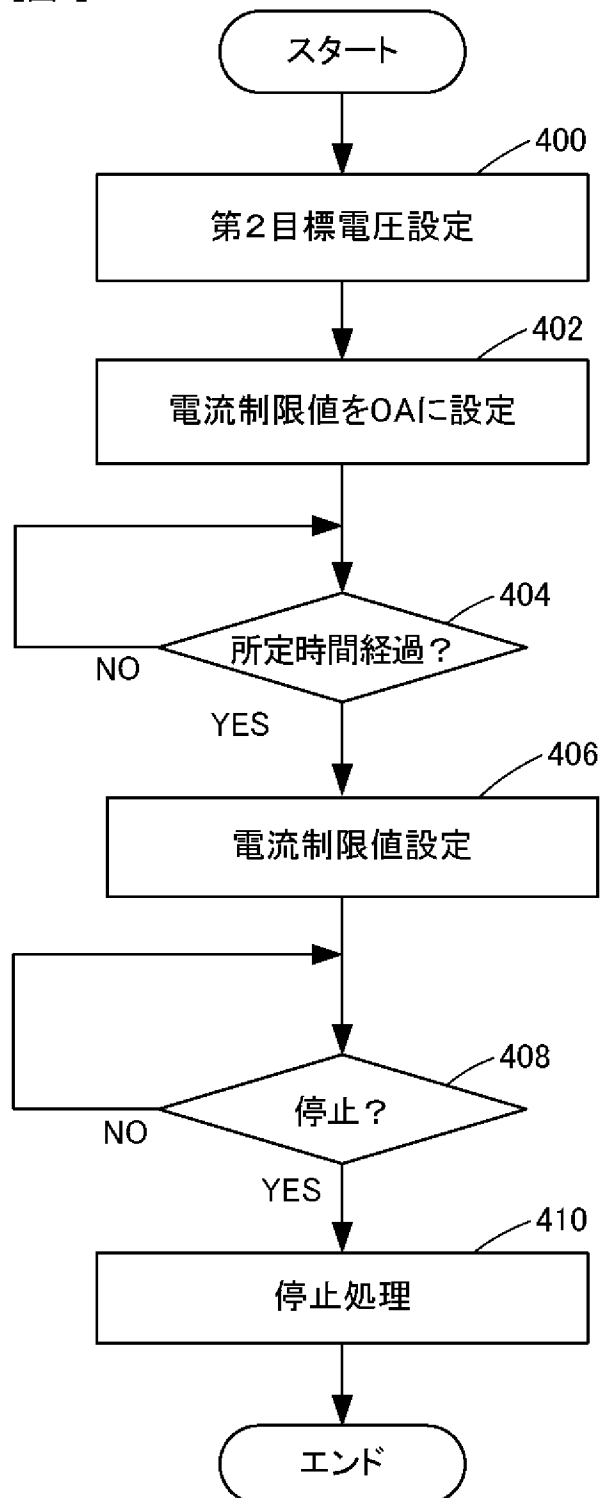
[図3]



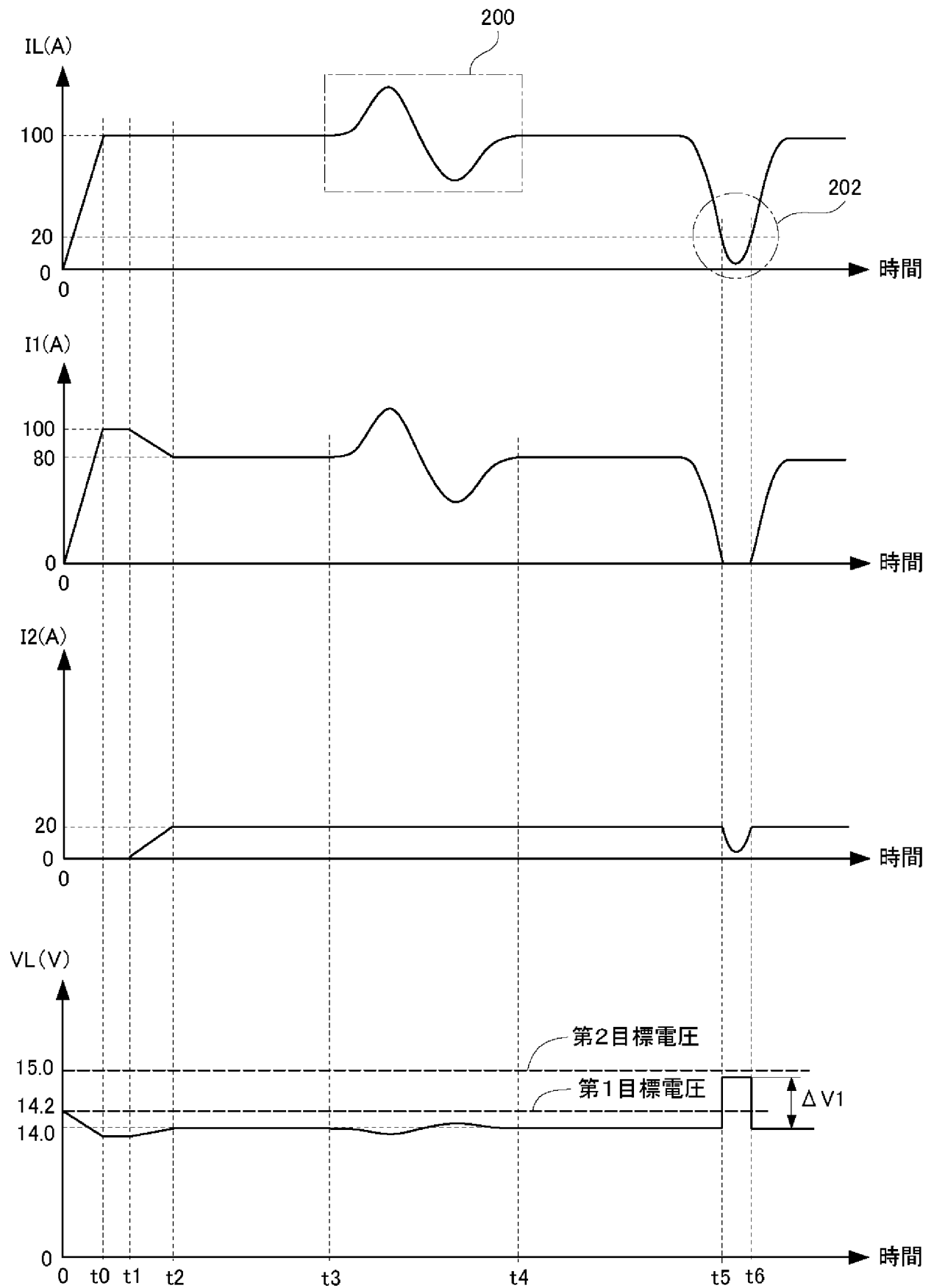
[図4]



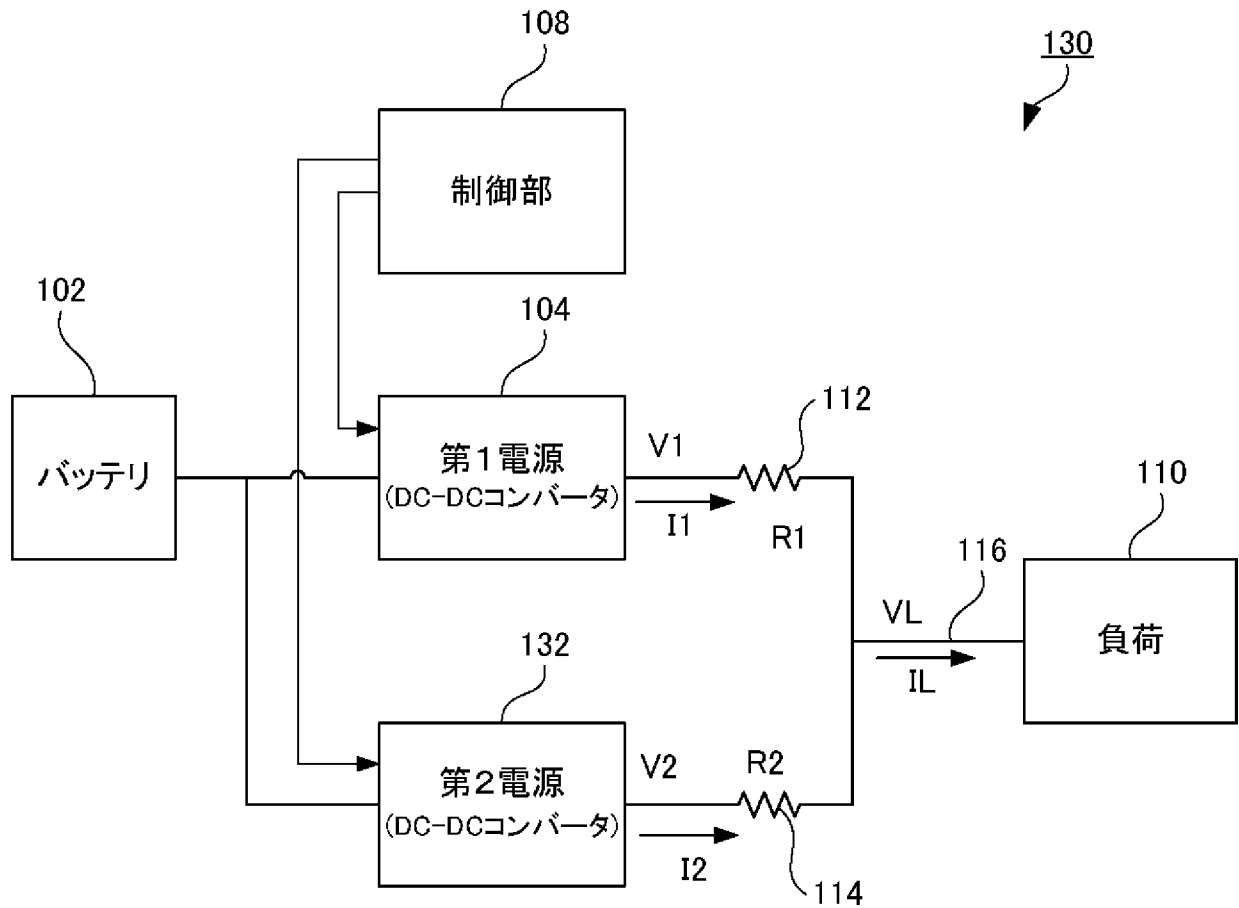
[図5]



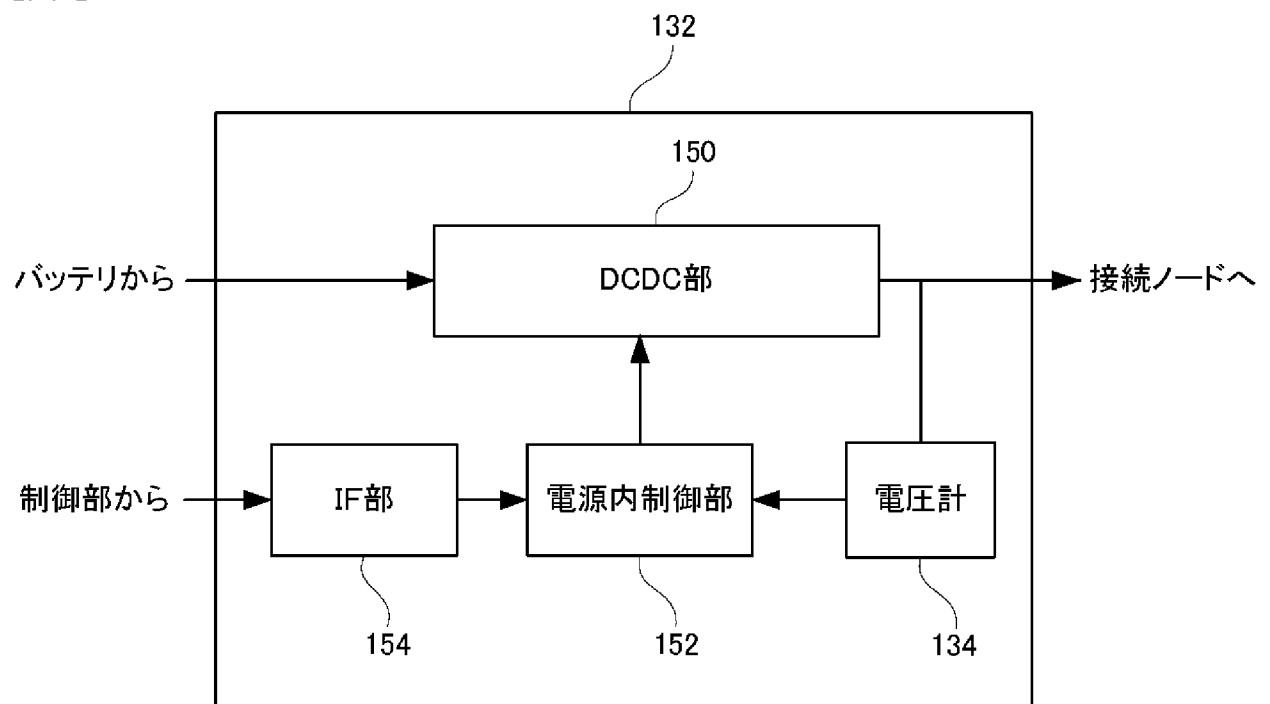
[図6]



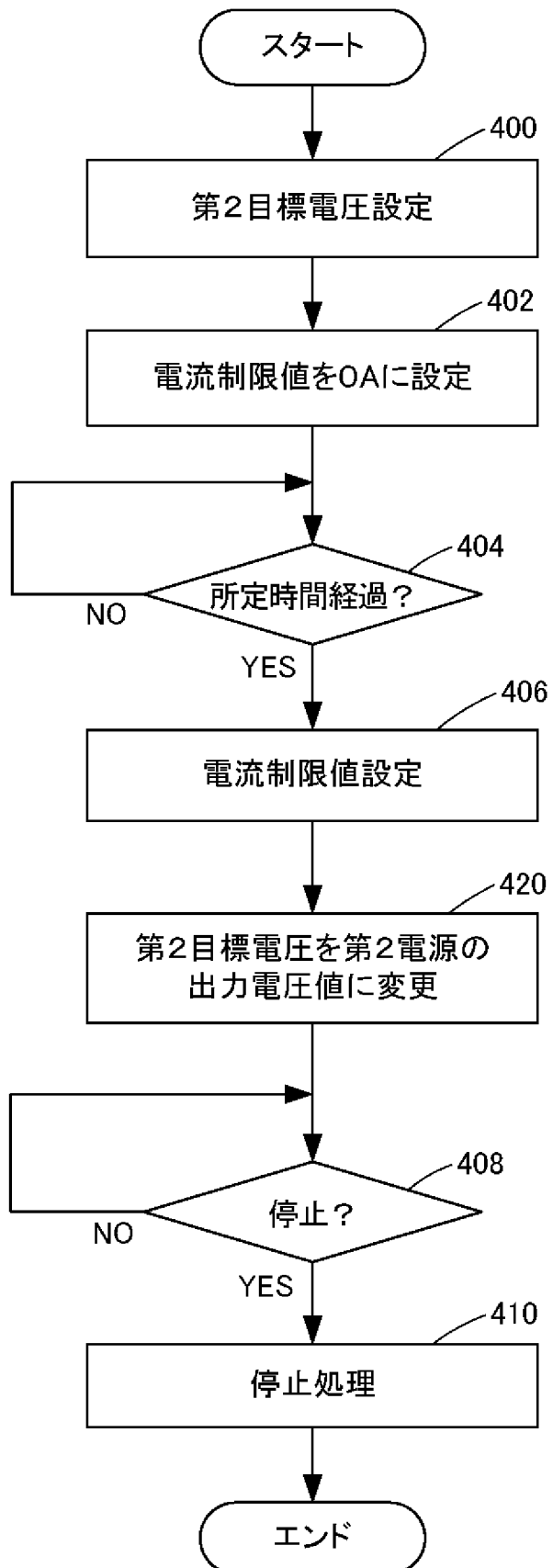
[図7]



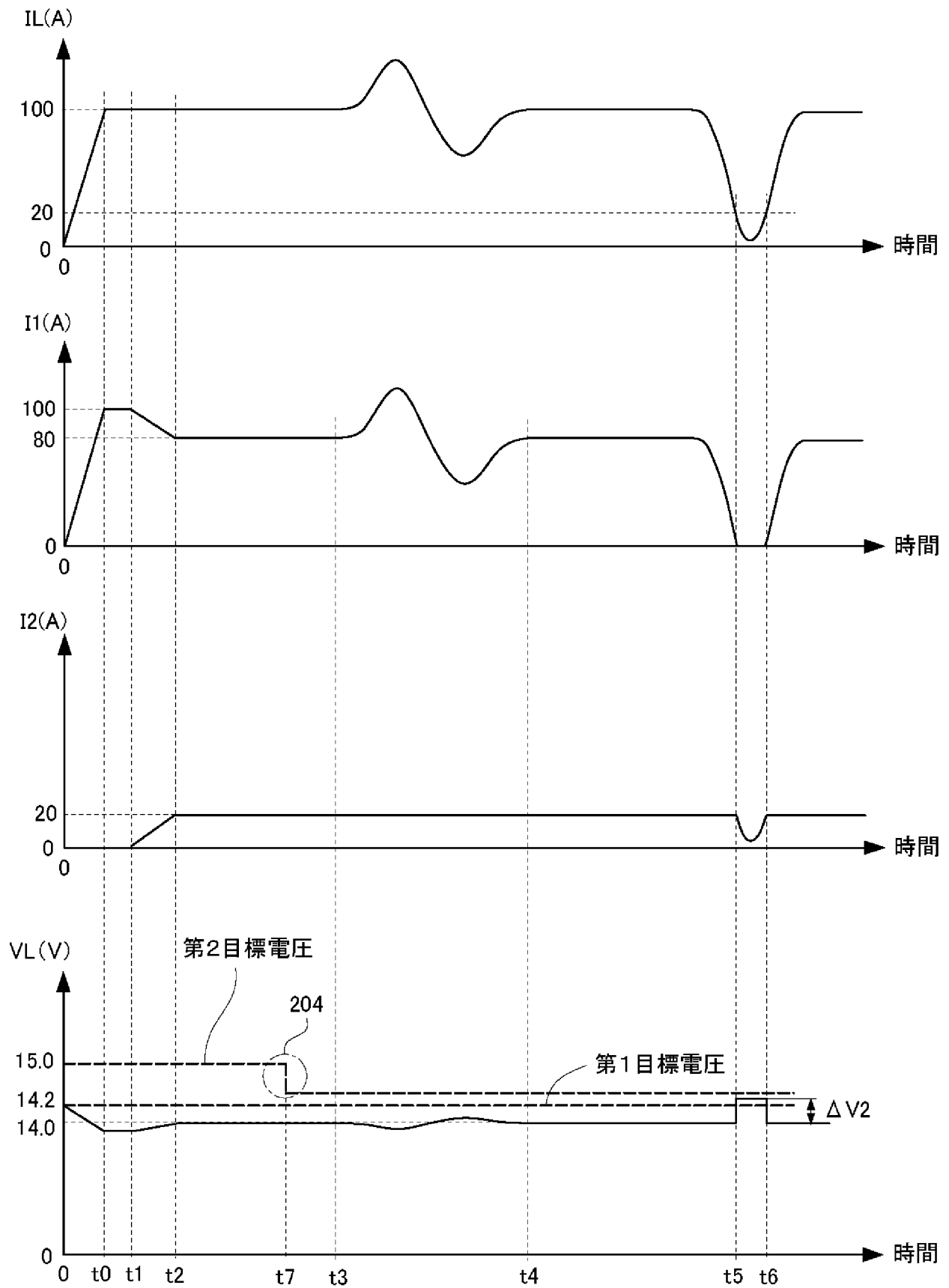
[図8]

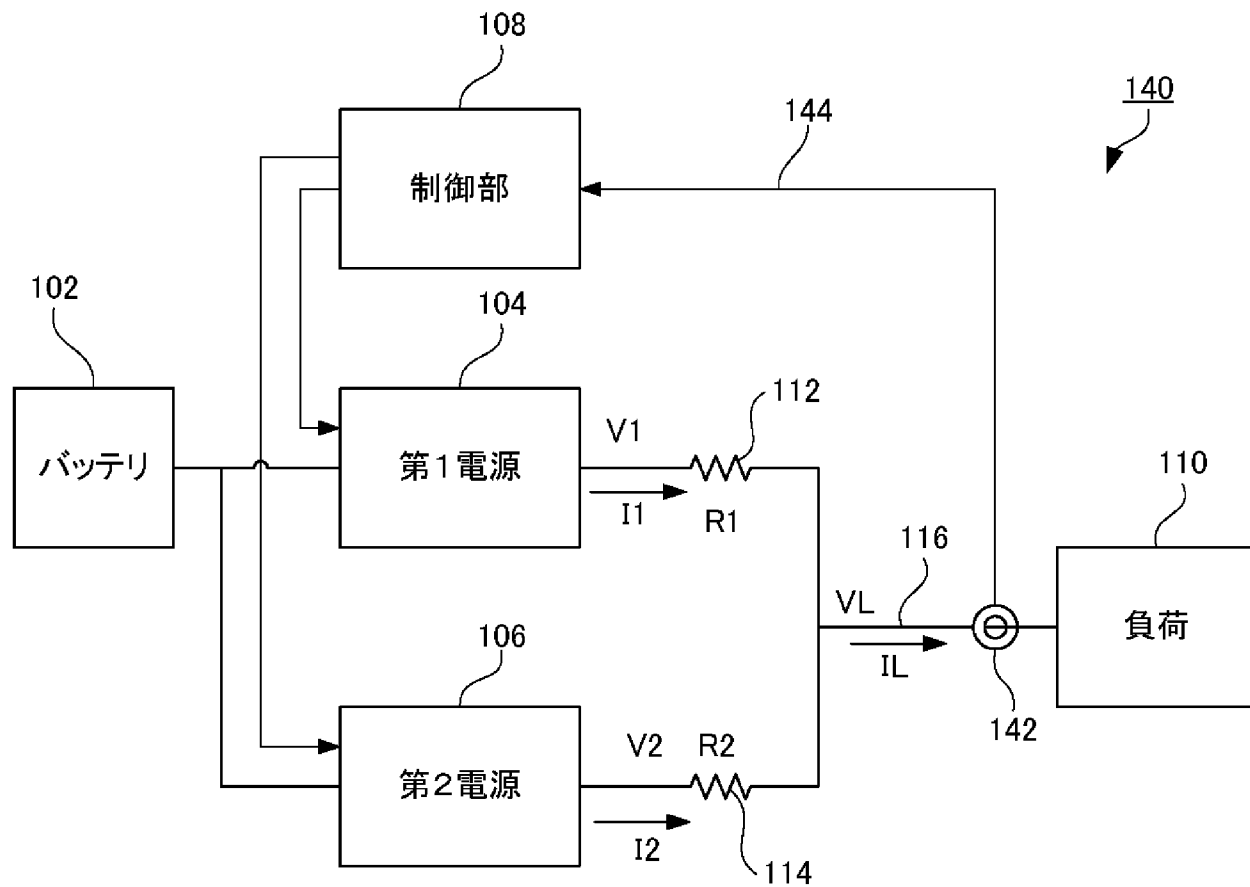


[図9]

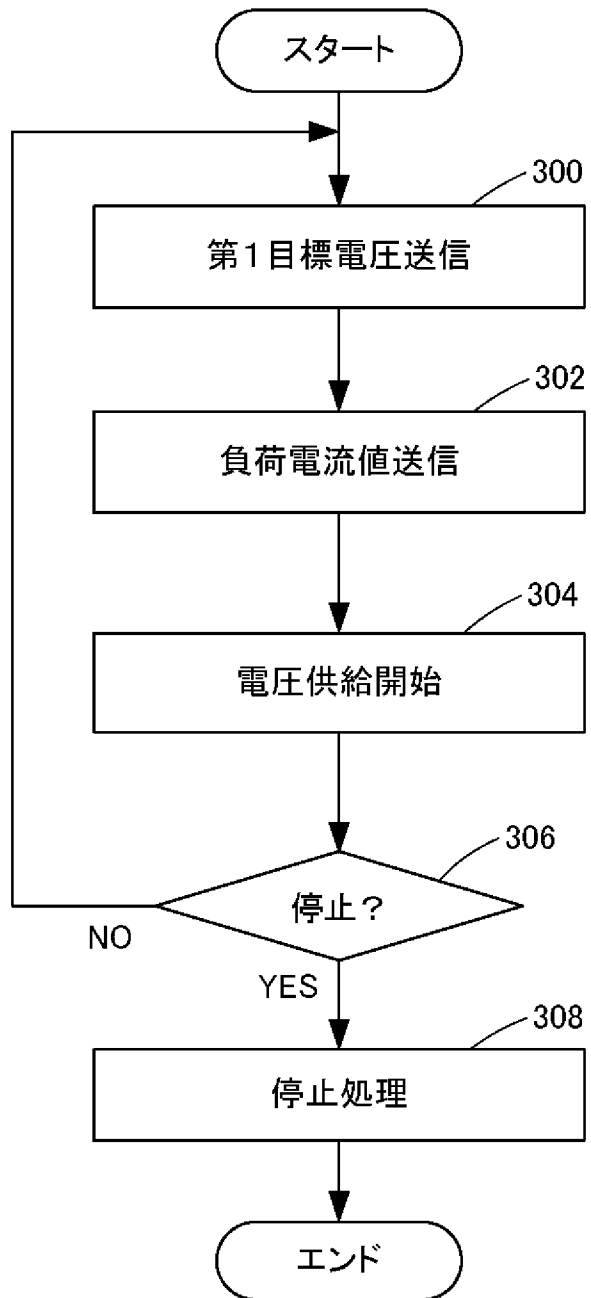


[図10]

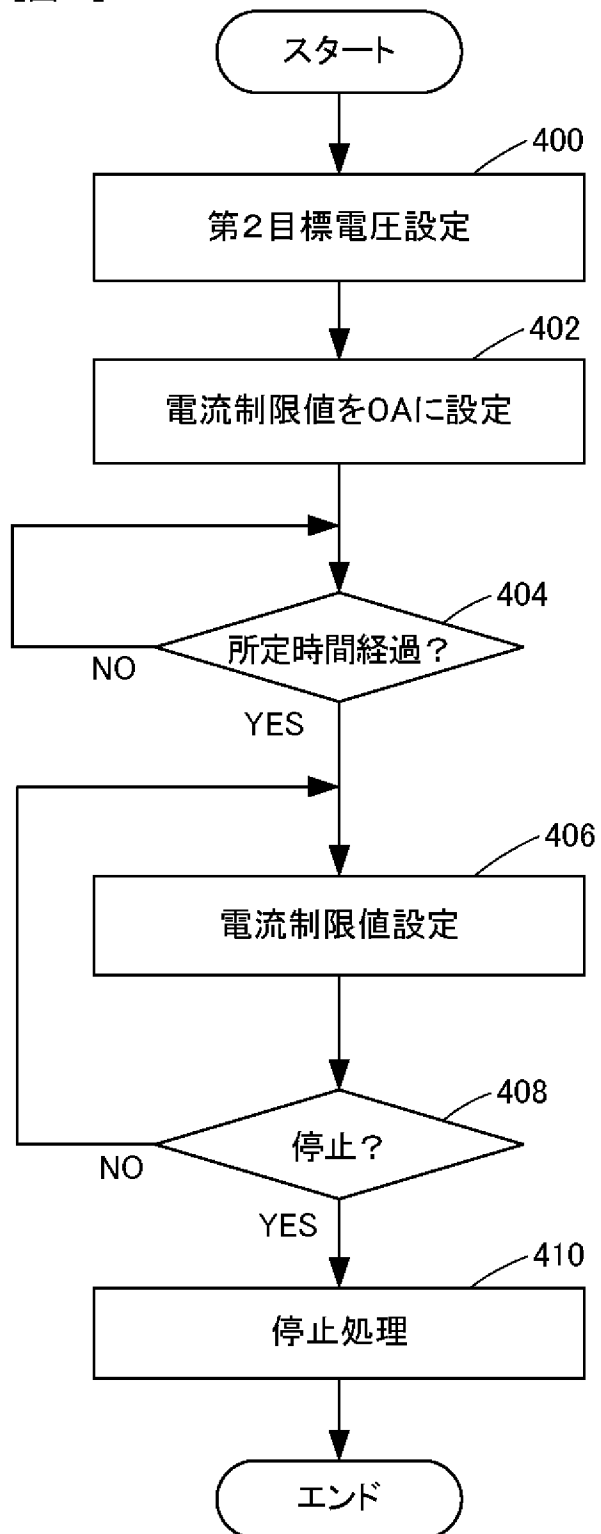




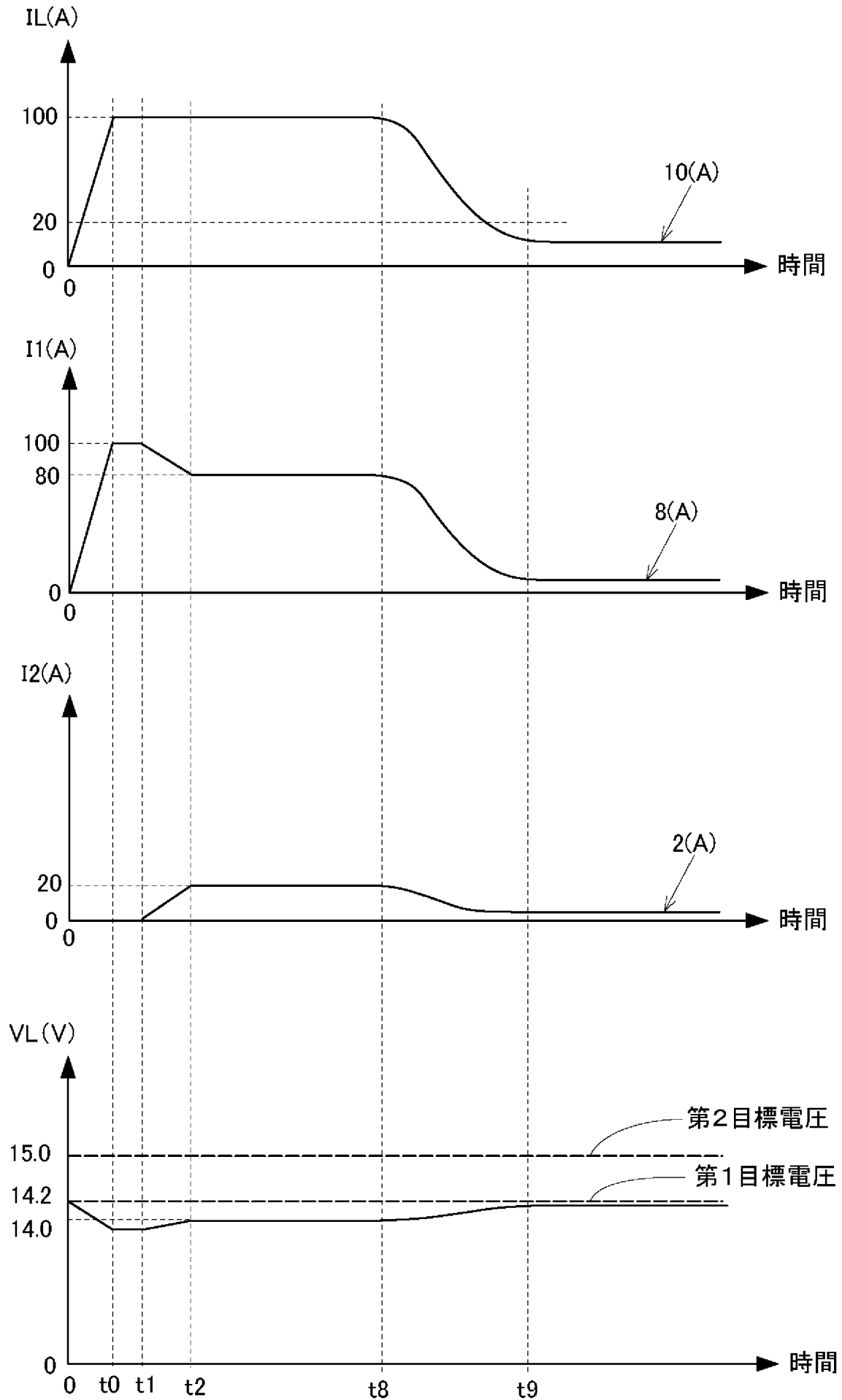
[図12]



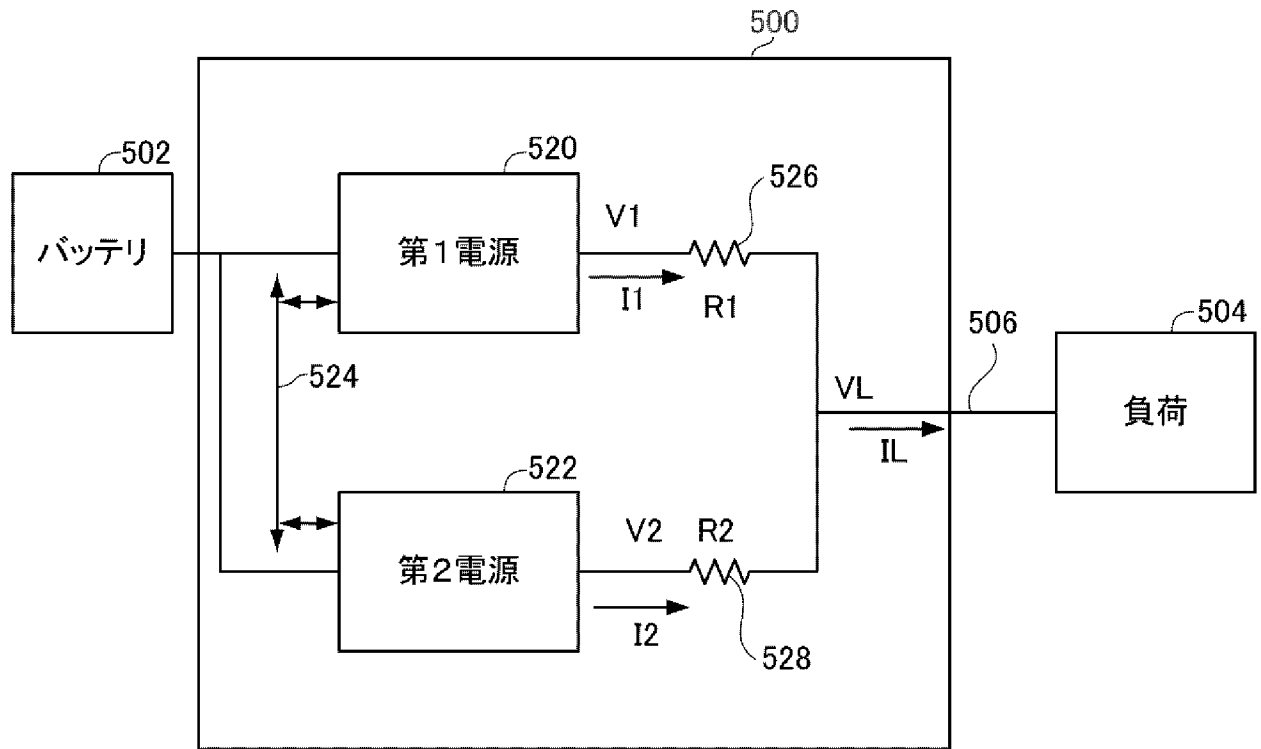
[図13]



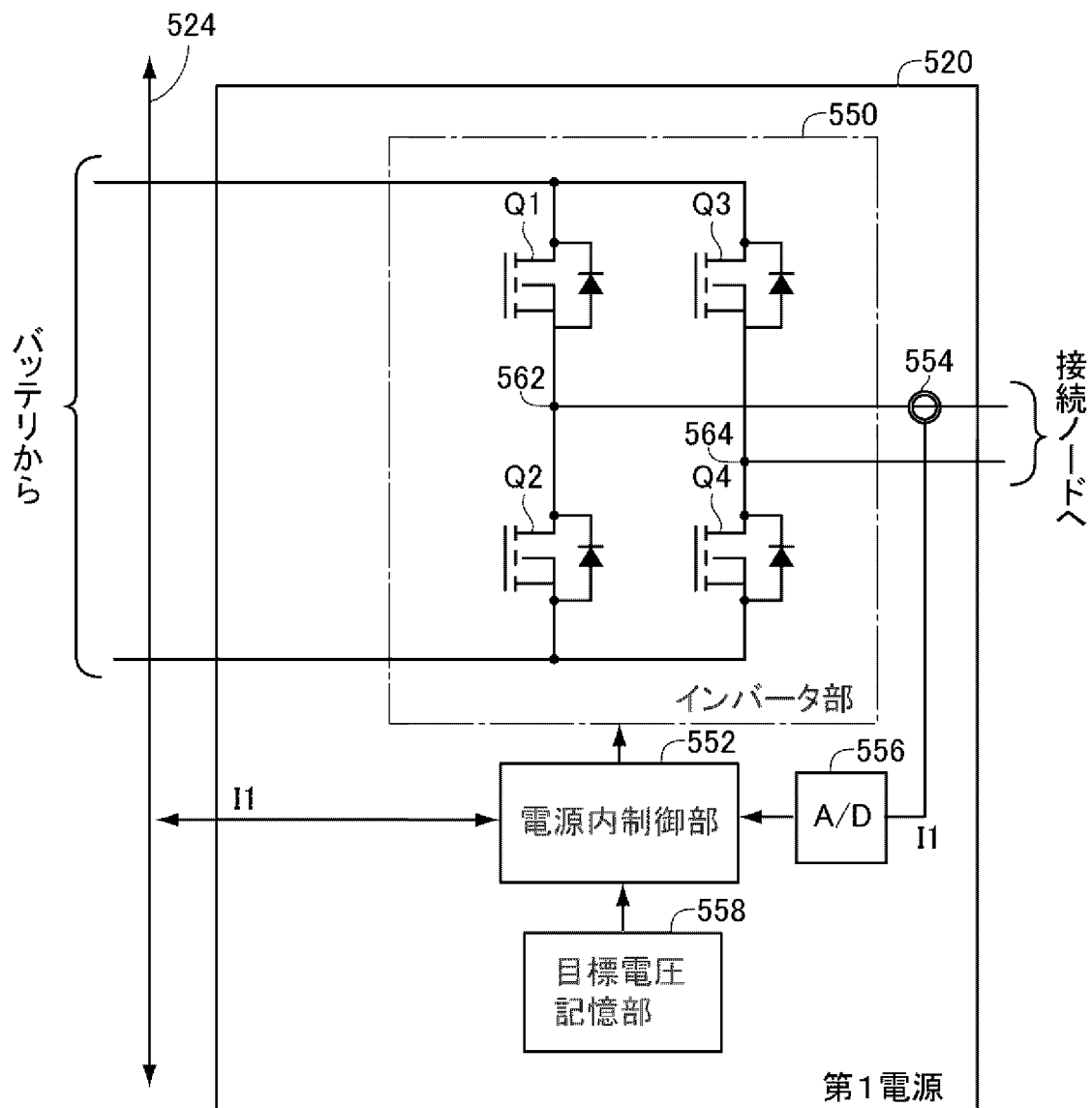
[図14]



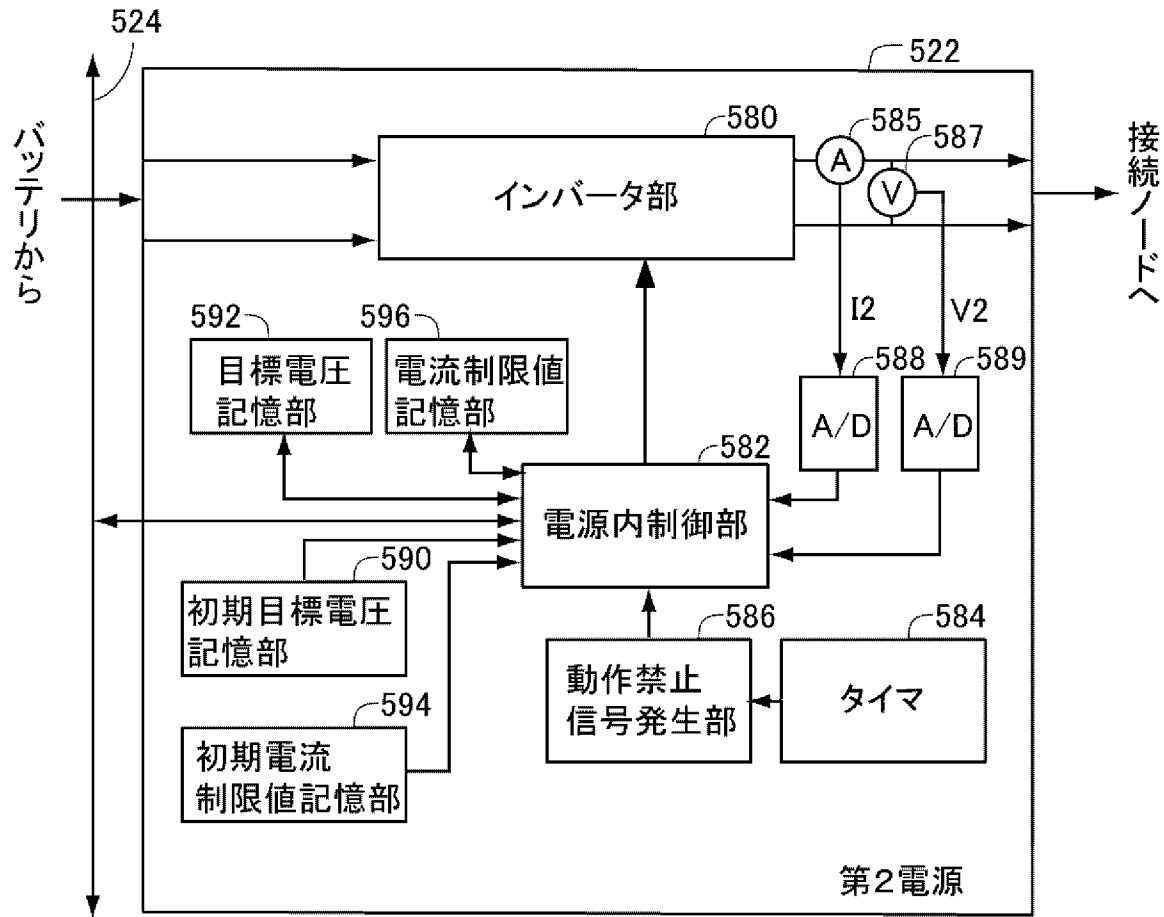
[図15]



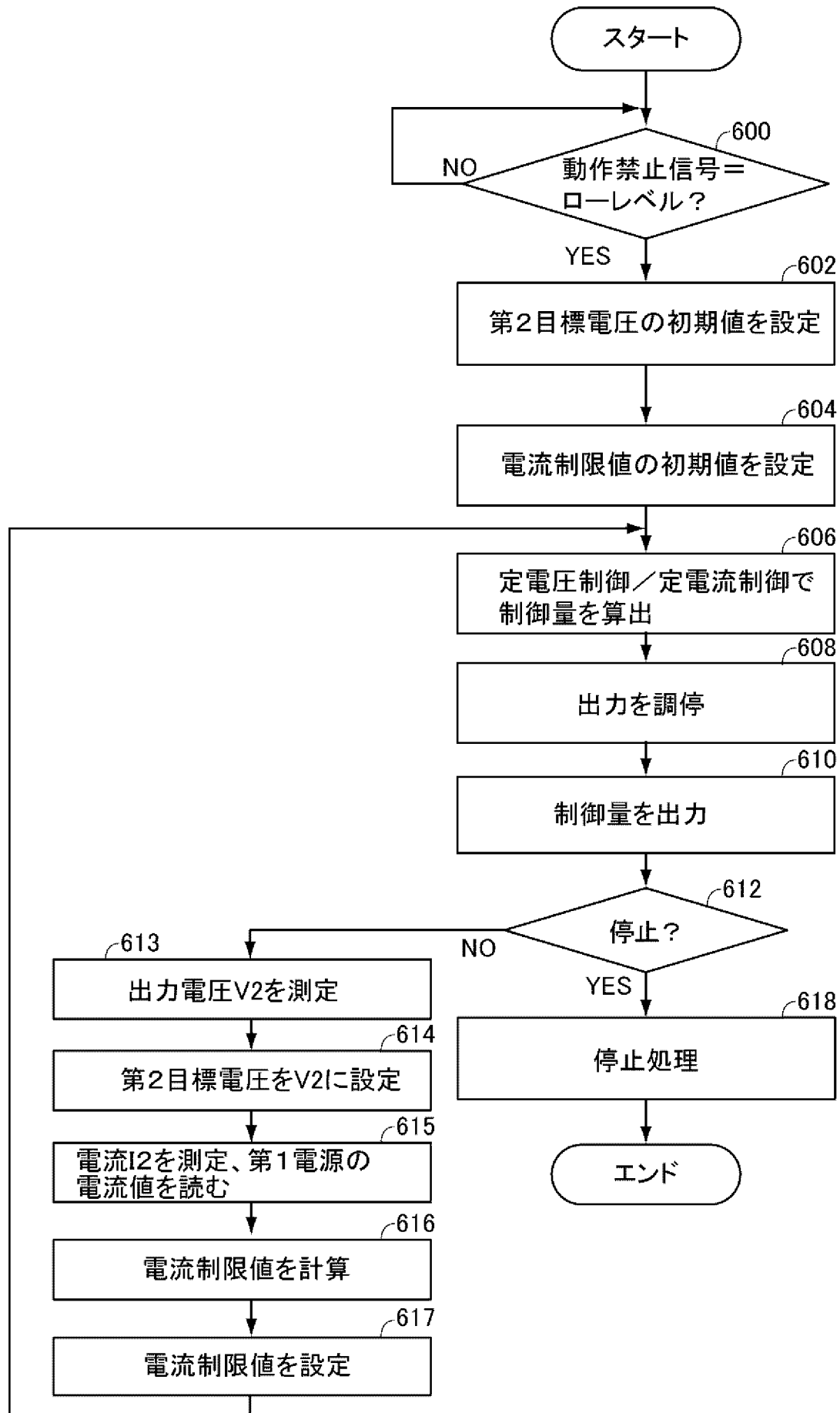
[図16]



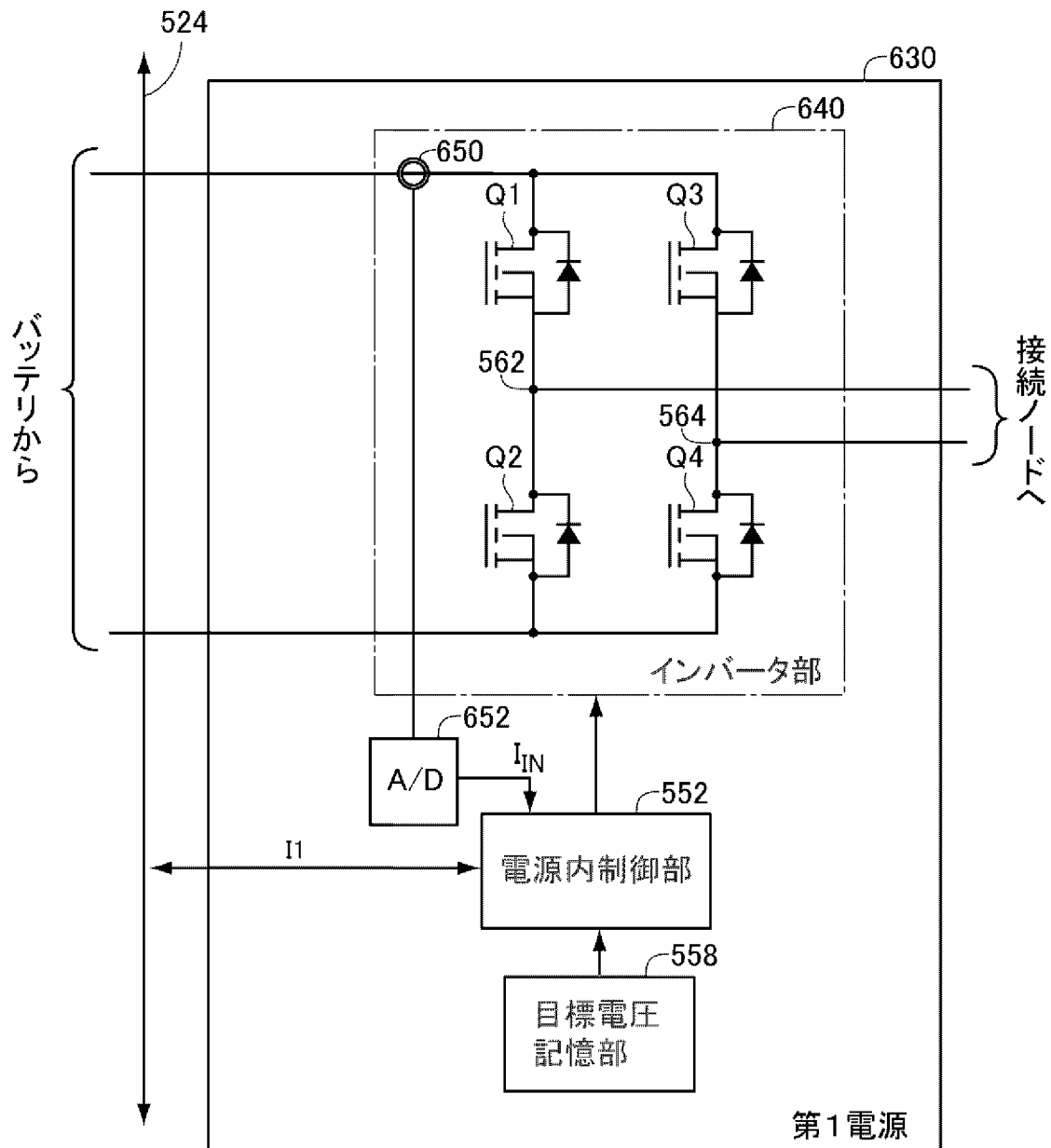
[図17]



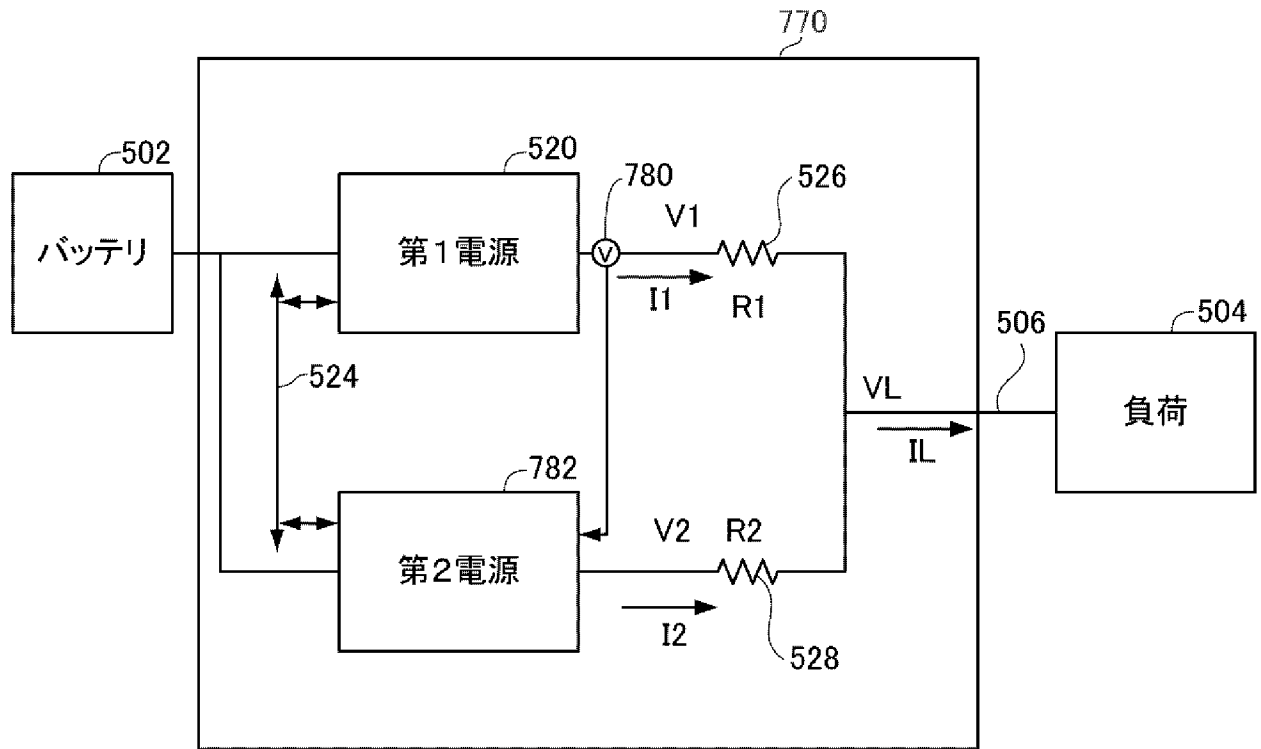
[図18]



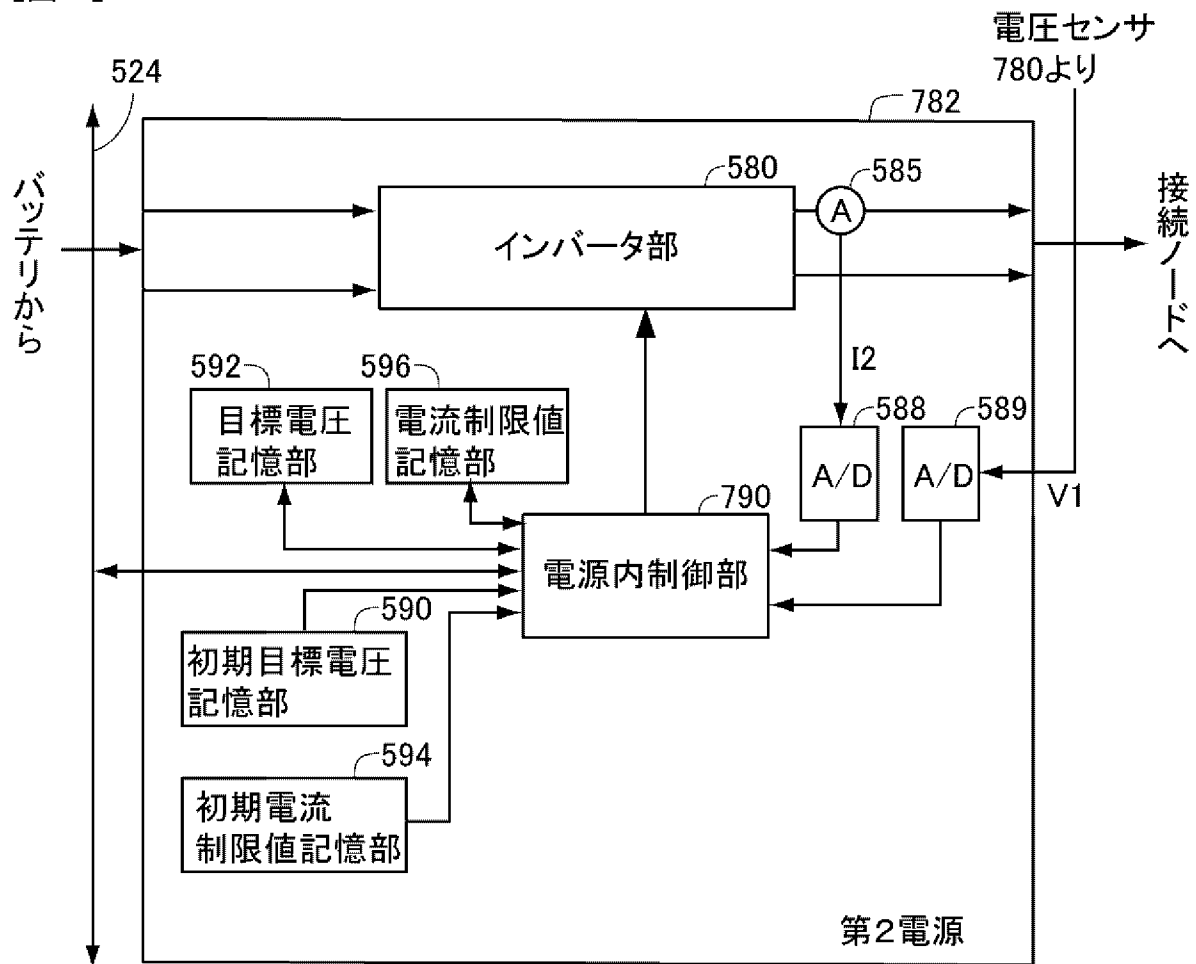
[図19]



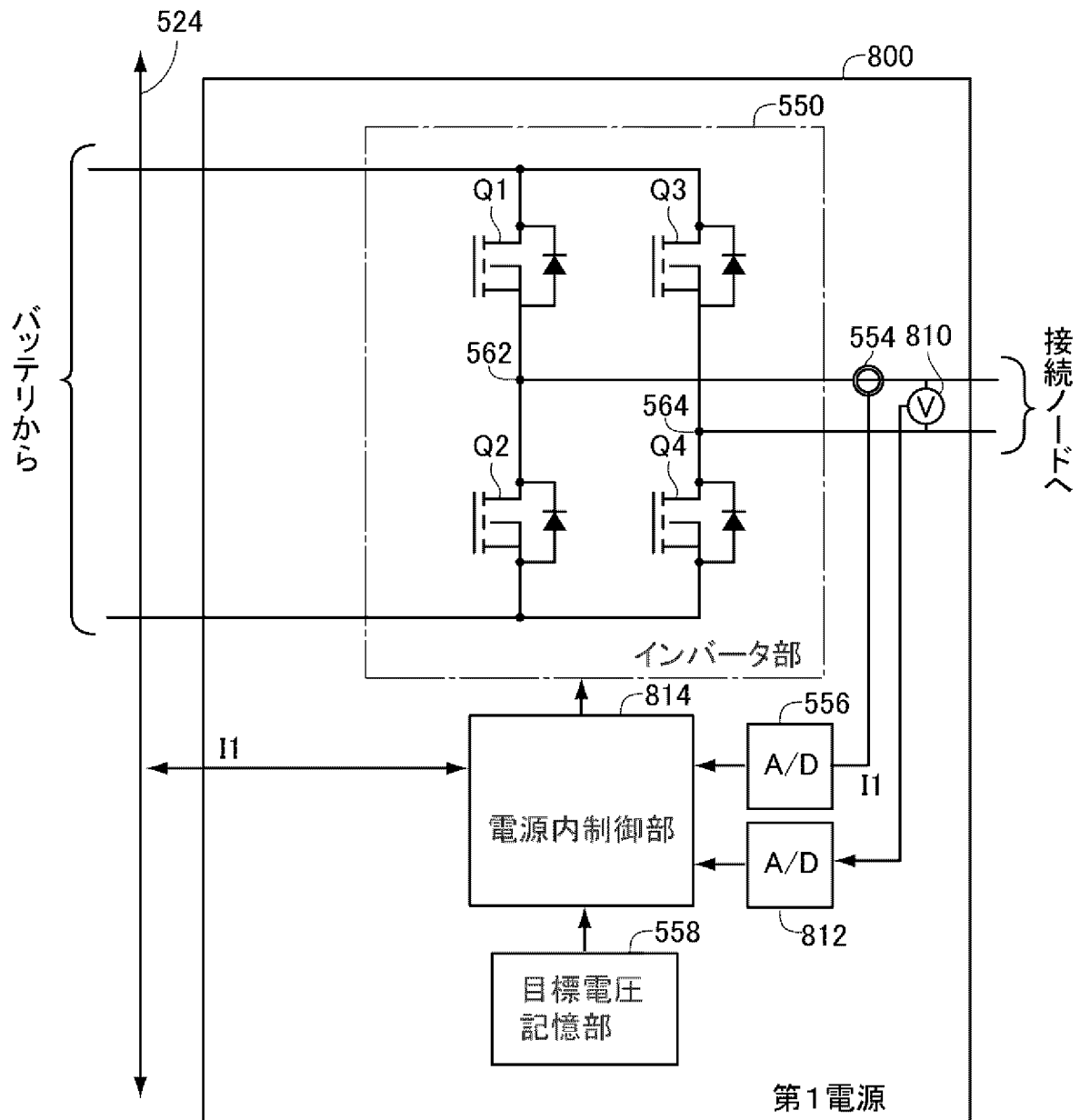
[図20]



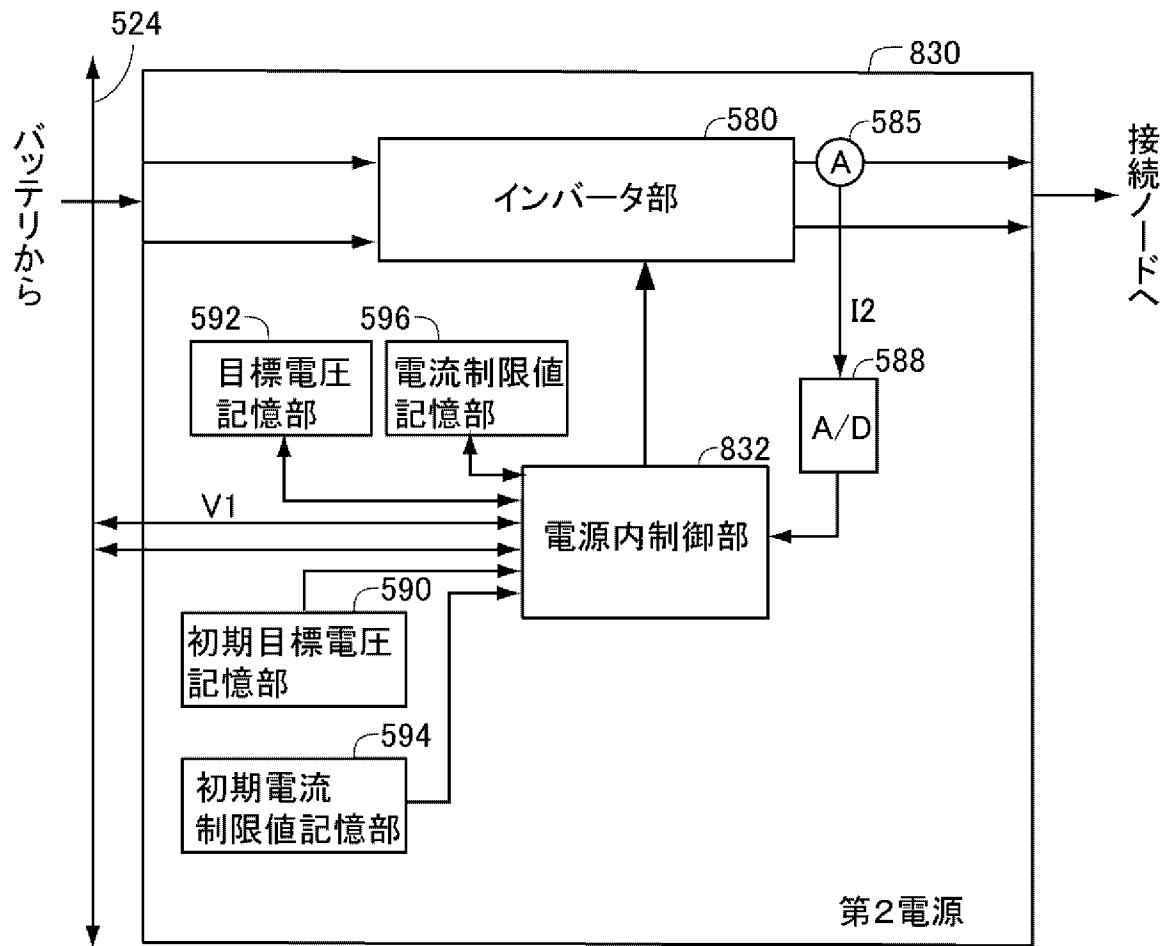
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/021850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02M3/00 (2006.01) i, H02M7/493 (2007.01) i

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)

Int. Cl. H02M3/00-3/44, H02M7/42-7/98

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
X	JP 2015-144534 A (HINO MOTORS, LTD.) 06 August 2015, paragraphs [0016]-[0043], fig. 1-3 (Family: none)	1, 12-14, 31, 33
Y		32
A		2-11, 15-30
X	JP 2018-117454 A (SOKEN INC.) 26 July 2018, paragraphs [0010]-[0094], fig. 1-16 & WO 2018/135442 A1	1, 26, 29, 31, 33
Y		32
A		2-25, 27-28, 30
Y	JP 2010-98862 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 30 April 2010, paragraphs [0046]-[0074], fig. 1-5 & US 2011/0194319 A1, paragraphs [0038]-[0065], fig. 1-5 & WO 2010/044303 A1 & EP 2352224 A1	32

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
02.08.2019

Date of mailing of the international search report
13.08.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02M3/00(2006.01)i, H02M7/493(2007.01)i

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））

Int.Cl. H02M3/00-3/44, H02M7/42-7/98

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X	JP 2015-144534 A（日野自動車株式会社）2015.08.06, 段落[0016] - [0043], [図1] - [図3]	1, 12-14, 31, 33
Y	(ファミリーなし)	32
A		2-11, 15-30

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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矛盾するものではなく、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

02.08.2019

国際調査報告の発送日

13.08.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

東 昌秋

5G

3139

電話番号 03-3581-1101 内線 3526

C (続き) . 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
X	JP 2018-117454 A (株式会社SOKEN) 2018.07.26, 段落 [0010] – [0094], [図1] – [図16]	1, 26, 29, 31, 33
Y	& WO 2018/135442 A1	32
A		2-25, 27-28, 30
Y	JP 2010-98862 A (本田技研工業株式会社) 2010.04.30, 段落 [0046] – [0074], [図1] – [図5] & US 2011/0194319 A1, 段落[0038] – [0065], 図1-5 & WO 2010/044303 A1 & EP 2352224 A1	32