

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-27210

(P2015-27210A)

(43) 公開日 平成27年2月5日(2015.2.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**HO2M 3/155 (2006.01)** HO2M 3/155 W 5H730  
 HO2M 3/155 H

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-156309 (P2013-156309)  
 (22) 出願日 平成25年7月29日 (2013.7.29)

(71) 出願人 000153443  
 株式会社 日立産業制御ソリューションズ  
 茨城県日立市大みか町五丁目1番26号  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 大内 貴之  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
 式会社日立製作所日立研究所内  
 (72) 発明者 叶田 玲彦  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
 式会社日立製作所日立研究所内  
 (72) 発明者 阿部 泰男  
 岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株  
 式会社日立メディアエレクトロニクス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 並列型電源装置

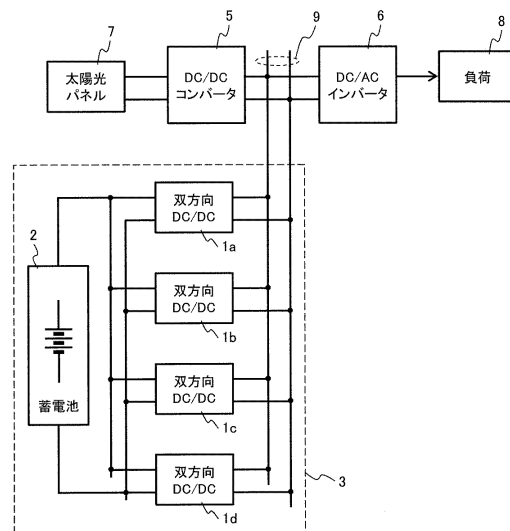
(57) 【要約】

【課題】 広い出力範囲にわたって変換効率が高く、それぞれの電源装置の稼働時間を平均化してシステムの寿命を長くすることができ、設計コストなどのコストを抑制できる並列型電源装置を提供する。

【解決手段】 並列に接続され、一方向又は双方向に電力を変換する複数の電源装置 1 a ~ 1 d を備える。複数の電源装置 1 a ~ 1 d のうちの稼働する台数を、複数の電源装置 1 a ~ 1 d に流れる電流又は複数の電源装置 1 a ~ 1 d の電力の合計値に応じて決定する。複数の電源装置 1 a ~ 1 d は、稼働する順番が時間の経過とともに変化する。

【選択図】 図 2

図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

並列に接続され、一方向又は双方向に電力を変換する複数の電源装置を備え、  
前記複数の電源装置のうち稼働する台数を、前記複数の電源装置に流れる電流又は前記複数の電源装置の電力の合計値に応じて決定し、

前記複数の電源装置は、稼働する順番が時間の経過とともに変化する、  
ことを特徴とする並列型電源装置。

## 【請求項 2】

前記複数の電源装置のそれぞれは、コントローラを備え、

前記コントローラのうち 1 つは、前記複数の電源装置のうち稼働する台数を、前記複数の電源装置に流れる電流又は前記複数の電源装置の電力の合計値に応じて決定する請求項 1 記載の並列型電源装置。

10

## 【請求項 3】

前記コントローラのそれぞれは、少なくとも 1 組の入力端子と出力端子とを備え、

前記複数のコントローラは、前記入力端子と前記出力端子によって閉ループ状又は開ループ状に接続される請求項 1 又は 2 記載の並列型電源装置。

## 【請求項 4】

前記複数の電源装置のうち自らのエラーを検出した電源装置は稼働せず、

前記複数の電源装置に流れる電流又は前記複数の電源装置の電力の合計値が、稼働できる電源装置の定格の合計値を越えない請求項 1 又は 2 記載の並列型電源装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一方向又は双方向に電力を変換して出力する並列型の電源装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

東日本大震災以来、太陽光発電や風力発電など、いわゆる自然エネルギーへの注目が高まり、なかでもソーラーパネル（太陽電池）を用いた太陽光発電の導入が加速されている。一方で、これらの自然エネルギーは、出力が天候や気候に依存し、電力の供給が需要に必ずしも一致しないなどの課題がある。

30

## 【0003】

こうした課題への対応策の一つとして、蓄電池を用いたピークシフトが検討されている。これは、発電量のうち需要量を PCS（Power Conditioning System、直流交流交換装置）系統に供給し、余剰エネルギーを蓄電池に溜めておくシステムであり、需要量が発電量を上回った際には蓄電池に溜めておいたエネルギーを放出することで、自然エネルギーの出力と実際の電力需要との整合をはかる。

## 【0004】

太陽光発電は、設置するソーラーパネルの数によって、その出力容量の増減が可能である。一方、蓄電池セルも、単位セルの数を増減することで、比較的容易に電池容量が制御可能である。また、これらの機器に対して必要とされる出力は用途によって様々であり、例えばインフラ目的では、一般消費者向けの製品程の出荷数は期待できないが、要求される出力容量の規模が多様となることが予想される。しかし、様々な規模の出力容量に対応するために、個別の用途にあわせてコンバータやインバータを設計しては、コスト低減が難しい。

40

## 【0005】

このような場合には、複数のコンバータ（またはインバータ）を、ソーラーパネルや蓄電池セルのように並列に接続してモジュール化し、用途にあわせてコンバータ（またはインバータ）の並列数を変えて、蓄電向けシステムを設計することが考えられる。

## 【0006】

特許文献 1 には、太陽電池と、パワーコンディショナと、双方向 DC / DC コンバータ

50

(電源装置)と蓄電池とを備えた複数の蓄電池充放電セットと、各蓄電池充放電セットを動作させる制御部とを備え、複数の蓄電池充放電セットが並列に接続されている太陽光発電システムが開示されている。この太陽光発電システムでは、放電時には、共通のDCバスラインに接続された複数の蓄電池充放電セットのうち、はじめにマスタとなる1台目の蓄電池充放電セットで充放電を行い、バスライン電圧が設定値以下に低下したらスレーブとなる2台目以降の蓄電池充放電セットを動作させる。制御部によりマスタとスレーブの蓄電池充放電セットの動作を一定時間ごとに交互に切り替えることによって、蓄電池充放電セットの負荷を平均化し、寿命の偏りを抑制する。

【0007】

しかしながら、太陽光発電のような自然エネルギーにより創出される電力は様々な要因により変動するため、特許文献1の太陽光発電システムのように、一定期間ごとに交互に蓄電池充放電セットを切り替えるような運転が適しているとは限らない。また、蓄電池の端子電圧は満充電時と満放電時の間で電位差が大きいので、設定電圧を複雑に制御し、充放電動作や蓄電池充放電セットを小刻みに切り替える必要があると考えられる。しかし、このような動作条件については、特許文献1では述べられていない。

10

【0008】

つまり、特許文献1に示された太陽光発電システムのような制御を行うためには、蓄電池の容量にかなり大きな尤度を取る必要があると考えられる。蓄電池の容量を大きく取るとはコスト増に直結するが、このような課題についても特許文献1では述べられていない。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2012-161190号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従来の並列型電源装置(並列接続されて運転される電源装置)では、蓄電池と電源装置の負荷を平均化し、寿命の偏りを抑制しようとする、運転方法が複雑になり、コストが増大するという課題がある。

30

【0011】

本発明は、広い出力範囲にわたって変換効率が高く、それぞれの電源装置の稼働時間を平均化してシステムの寿命を長くすることができ、設計コストなどのコストを抑制できる並列型電源装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明による並列型電源装置は、次のような特徴を持つ。並列に接続され、一方向又は双方向に電力を変換する複数の電源装置を備え、前記複数の電源装置のうちの稼働する台数を、前記複数の電源装置に流れる電流又は前記複数の電源装置の電力の合計値に応じて決定し、前記複数の電源装置は、稼働する順番が時間の経過とともに変化する。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、広い出力範囲にわたって変換効率が高く、それぞれの電源装置の稼働時間を平均化してシステムの寿命を長くすることができ、設計コストなどのコストを抑制できる並列型電源装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施例1による双方向DC/DCコンバータの全体の出力と稼働するコンバータの割り当てを示す図である。

【図2】本発明の実施例1による双方向DC/DCコンバータを用いた太陽光発電システ

50

ムの構成を示す図である。

【図 3】モジュール化された双方向 DC / DC コンバータの単体の基本回路構成を示す図である。

【図 4】降圧放電時のパワースイッチング素子の駆動波形の一例を示した図である。

【図 5】昇圧放電時のパワースイッチング素子の駆動波形の一例を示した図である。

【図 6】コントローラが行う制御の概要を示すブロック図である。

【図 7】双方向 DC / DC コンバータのそれぞれのコントローラの接続を示す構成図である。

【図 8】実施例 1 において、各双方向 DC / DC コンバータ 1 a ~ 1 d が ID を認識するためのタイミングチャートである。

10

【図 9】コントローラが行う処理のフローチャートの一例である。

【図 10】実施例 2 において、各双方向 DC / DC コンバータ 1 a ~ 1 d が ID を認識するためのタイミングチャートである。

【図 11】実施例 3 による DC / DC コンバータを用いた風力発電システムの構成を示す図である。

【図 12】実施例 4 による DC / AC インバータを用いた風力発電システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明による並列型電源装置は、複数の電源装置（コンバータ又はインバータ）が並列に接続され、一方向又は双方向に電力を変換して出力する。用途としては、インフラ用などの出力容量として数 kW 以上の規模の電源装置に用いることができる。特に、太陽光発電などの、出力が必ずしも安定しない、いわゆる自然エネルギーの発電設備を効果的に利用するために、蓄電池と組み合わせてピークシフトを実現するようなシステムに用いられる。このようなシステムとしては、例えば、蓄電池と、PCS と、これらを接続する双方向 DC / DC コンバータ（電源装置）とを備えるシステムがある。

20

【0016】

本発明による並列型電源装置は、複数の電源装置（コンバータ又はインバータ）を並列に接続してモジュール化した並列型電源装置であるので、要求される出力に応じて電源装置の稼働台数を容易に変更できる。電源装置の稼働台数を増減することで、少数の基本モジュールによって幅広い要求出力に対して容易に対応でき、製品ラインナップを大きく増やす必要がないので、設計コストなどのコストを抑制し、工数を削減することができる。さらには、負荷に応じて稼働台数を増減することで、広い出力範囲にわたり高い変換効率を達成することができる。

30

【0017】

また、本発明による並列型電源装置は、パワー素子や電解コンデンサなどの素子を内蔵する。これらの素子は電源装置の寿命に大きな影響を与えるが、並列化した電源装置の稼働時間を運用方法によって平均化し、各電源装置の負荷を分散することで、これらの素子の劣化を抑制する。この結果、システムの寿命を長くすることができる。

40

【0018】

本発明による並列型電源装置では、一方向又は双方向の電力を変換する複数の電源装置が並列に接続され、それぞれの電源装置の稼働時間が平均化されるように同時に稼働する電源装置の台数を出力にあわせて変更すると共に、稼働する電源装置の順番が入れ替わる。電源装置の稼働する台数や順番は、コントローラに組み込まれたプログラムに従う。これにより、通常は最初に起動する電源装置（マスタ）に集中しがちな負荷を分散することができ、広い出力範囲にわたって変換効率を高めることができる。また、一部の電源装置に故障が発生したときには、正常に稼働する電源装置だけで運転を継続し、システムを停止する時間を最小限に留めることができるので、システムの信頼性を高めることができる。

【実施例 1】

50

## 【0019】

本発明の実施例1による並列型電源装置(双方向DC/DCコンバータ)について、図1～図9を用いて説明する。

## 【0020】

図2は、本実施例による双方向DC/DCコンバータを用いた太陽光発電システムの構成を示す図である。太陽光発電システムは、ソーラーパネル7と、絶縁型のDC/DCコンバータ5と、DC/ACインバータ6と、蓄電システム3とを備える。ソーラーパネル7と絶縁型のDC/DCコンバータ5とDC/ACインバータ6とで、PCS(Power Conditioning System、直流交流交換装置)を構成する。

## 【0021】

ソーラーパネル7は、複数の太陽電池を備え、太陽光のエネルギーを電力に変換する。DC/DCコンバータ5は、ソーラーパネル7とPCS系統のバス配線9とDC/ACインバータ6とに接続されている。DC/ACインバータ6は、バス配線9と負荷8とに接続されている。蓄電システム3は、蓄電池2と、並列接続された複数(本実施例では4台)の双方向DC/DCコンバータ1(1a、1b、1c、1d)とを備える。蓄電池2は、双方向DC/DCコンバータ1を介して、バス配線9に接続されている。複数の双方向DC/DCコンバータ1は、並列に接続されて組み合わされ、モジュール化されている。

## 【0022】

ソーラーパネル7が発電した電力は、DC/DCコンバータ5とDC/ACインバータ6を介して負荷8に供給される。ソーラーパネル7が発電した電力が負荷8での電力需要を上回り余剰電力が発生する場合には、余剰電力は、DC/DCコンバータ5とバス配線9と双方向DC/DCコンバータ1を介して蓄電池2に充電されて蓄えられる。ソーラーパネル7が発電した電力が負荷8での電力需要を下回り電力が不足する場合には、蓄電池2は、蓄えた電力を放電して負荷8に供給し、不足する電力を補う。

## 【0023】

なお、蓄電池2が充放電する電力量によって、モジュール化され、並列接続されている双方向DC/DCコンバータ1の稼働台数が制御されるが、その詳細については後述する。本実施例では、各双方向DC/DCコンバータ1の出力を±5kWとする。このため、4台の双方向DC/DCコンバータ1は、並列に接続されているので、最大±20kWの電力を双方向にやり取りすることができる。

## 【0024】

図3は、モジュール化された双方向DC/DCコンバータ1の単体の基本回路構成を示す図である。双方向コンバータの回路については、いくつかの構成が考えられるが、本実施例ではHブリッジ構成の回路とする。これは、変換効率を高くするために蓄電池2のセルの直列数を増やし、蓄電池2の電圧をバス配線9の電圧と同等レベルまで高めて、双方向に昇降圧の充放電を行えるようにするためである。バス配線9は、設定電圧を380V、動作範囲を350～400Vとし、蓄電池2は、動作範囲を250～370Vとした。

## 【0025】

以下、双方向DC/DCコンバータ1の単体の回路の詳細について説明する。双方向DC/DCコンバータ1は、非絶縁方式であり、4つのパワースイッチング素子12(12a、12b、12c、12d)と、コントローラ16と、4つのドライバIC15(15a、15b、15c、15d)と、主インダクタンス11とを備える。パワースイッチング素子12には、例えば、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を用いることができる。コントローラ16は、4つのドライバIC15に接続され、4つのパワースイッチング素子12を制御することで双方向DC/DCコンバータ1を制御する。4つのドライバIC15は、4つのパワースイッチング素子12に1つずつ接続され、コントローラ16から出力された信号を増幅してパワースイッチング素子12のそれぞれに伝達する。コントローラ16は、制御ICであり、例えば、マイコン、FPGA、及びDSPを用いることができる。

## 【0026】

10

20

30

40

50

以下、パワースイッチング素子 1 2 a を「Q 1 1」と、パワースイッチング素子 1 2 b を「Q 1 2」と、パワースイッチング素子 1 2 c を「Q 2 1」と、パワースイッチング素子 1 2 d を「Q 2 2」とも呼ぶ。

【0027】

双方向 DC / DC コンバータ 1 は、蓄電池 2 側では入力容量 1 0 a に、バス配線 9 側では入力容量 1 0 b に、それぞれ接続される。蓄電池 2 の電圧に相当する入力容量 1 0 a の電圧を「V b a t」で、バス配線 9 の電圧に相当する入力容量 1 0 b の電圧を「V b u s」で表す。以下、入力容量 1 0 a を「C b a t」と、入力容量 1 0 b を「C b u s」とも呼ぶ。

【0028】

双方向 DC / DC コンバータ 1 の蓄電池 2 側の正極は、入力容量 1 0 a の + 側端子に接続され、負極は、入力容量 1 0 a の - 側端子に接続される。入力容量 1 0 a の + 側端子は、さらにパワースイッチング素子 1 2 a のコレクタ端子に接続される。入力容量 1 0 a の - 側端子は、パワースイッチング素子 1 2 b のエミッタ端子と接続される。

【0029】

双方向 DC / DC コンバータ 1 のバス配線 9 側の正極は、入力容量 1 0 b の + 側端子に接続され、負極は、入力容量 1 0 b の - 側端子に接続される。入力容量 1 0 b の + 側端子は、さらにパワースイッチング素子 1 2 c のコレクタ端子に接続される。入力容量 1 0 b の - 側端子は、パワースイッチング素子 1 2 d のエミッタ端子と接続される。

【0030】

パワースイッチング素子 1 2 a のエミッタ端子とパワースイッチング素子 1 2 b のコレクタ端子は、主インダクタンス 1 1 の一端に接続され、パワースイッチング素子 1 2 c のエミッタ端子とパワースイッチング素子 1 2 d のコレクタ端子は、主インダクタンス 1 1 の他端に接続される。

【0031】

また、パワースイッチング素子 1 2 a ~ 1 2 d のそれぞれのコレクタ - エミッタ間には、逆電流防止のためにダイオード 1 3 a ~ 1 3 d を設ける。ダイオード 1 3 a ~ 1 3 d は、アノードがエミッタ側へ、カソードがコレクタ側へ接続される。

【0032】

双方向 DC / DC コンバータ 1 は、非絶縁方式なので、入力容量 1 0 a の - 側端子と入力容量 1 0 b の - 側端子とが接続されている。

【0033】

なお、現在では、IGBT とダイオードを組み合わせた IGBT モジュールが広く普及しているため、図 3 の回路であれば、パワースイッチング素子 1 2 a、1 2 b とダイオード 1 3 a、1 3 b、及びパワースイッチング素子 1 2 c、1 2 d とダイオード 1 3 c、1 3 d として、それぞれ 2 素子構成の IGBT モジュール 1 4 を利用してもよい。

【0034】

ここで、図 3 に示した双方向 DC / DC コンバータ 1 の回路の動作について、簡単に説明する。

【0035】

図 4 は、降圧放電時 ( $V_{bat} > V_{bus}$  で、蓄電池 2 側からバス配線 9 側に向かって電流が流れるとき) のパワースイッチング素子 1 2 a ~ 1 2 d の駆動波形の一例を示した図である。降圧放電時には、パワースイッチング素子 1 2 b ~ 1 2 d はいずれも常時オフであり、パワースイッチング素子 1 2 a のみがスイッチングを行う。

【0036】

パワースイッチング素子 1 2 a がオンになると、電流は、パワースイッチング素子 1 2 a と主インダクタンス 1 1 とパワースイッチング素子 1 2 c のダイオード 1 3 c を経由して流れる。このとき、電流は、主インダクタンス 1 1 にエネルギーを蓄積しながら、徐々に増加する。

【0037】

10

20

30

40

50

次に、パワースイッチング素子 1 2 a がオフになると、電流は、主インダクタンス 1 1 に蓄積されたエネルギーによって、パワースイッチング素子 1 2 b のダイオード 1 3 b と主インダクタンス 1 1 とパワースイッチング素子 1 2 c のダイオード 1 3 c を経由して流れる。この電流は、徐々に減少してゆく。

【 0 0 3 8 】

再びパワースイッチング素子 1 2 a がオンになれば、主インダクタンス 1 1 を流れる電流は増加し、主インダクタンス 1 1 はエネルギーを蓄積する。

【 0 0 3 9 】

以上のようなサイクルによって、双方向 DC / DC コンバータ 1 では、放電電流が制御される。

【 0 0 4 0 】

図 5 は、図 4 と電位関係が逆転し、昇圧放電時 ( $V_{bat} < V_{bus}$  で、蓄電池 2 側からバス配線 9 側に向かって電流が流れるとき) のパワースイッチング素子 1 2 a ~ 1 2 d の駆動波形の一例を示した図である。昇圧放電時には、パワースイッチング素子 1 2 a は常時オンであり、パワースイッチング素子 1 2 b、1 2 c は常時オフであり、パワースイッチング素子 1 2 d のみがスイッチングを行う。

【 0 0 4 1 】

パワースイッチング素子 1 2 d がオンになると、電流は、パワースイッチング素子 1 2 a と主インダクタンス 1 1 とパワースイッチング素子 1 2 d を経由して流れる。このとき、電流は、主インダクタンス 1 1 にエネルギーを蓄積しながら、徐々に増加する。

【 0 0 4 2 】

次に、パワースイッチング素子 1 2 d がオフになると、電流は、主インダクタンス 1 1 に蓄積されたエネルギーによって、パワースイッチング素子 1 2 b のダイオード 1 3 b と主インダクタンス 1 1 とパワースイッチング素子 1 2 c のダイオード 1 3 c を経由して流れる。この電流は、徐々に減少してゆく。

【 0 0 4 3 】

再びパワースイッチング素子 1 2 d がオンになれば、主インダクタンス 1 1 を流れる電流は増加し、主インダクタンス 1 1 はエネルギーを蓄積する。

【 0 0 4 4 】

以上のようなサイクルによって、双方向 DC / DC コンバータ 1 では、放電電流が制御される。

【 0 0 4 5 】

一方、充電の際には、双方向 DC / DC コンバータ 1 の回路が蓄電池 2 側とバス配線 9 側とで対称であることに留意すればよい。すなわち、降圧充電の場合には、パワースイッチング素子 1 2 a、1 2 b、1 2 d はいずれも常時オフであり、パワースイッチング素子 1 2 c のみがスイッチングを行う。昇圧充電の場合には、パワースイッチング素子 1 2 c は常時オンであり、パワースイッチング素子 1 2 a、1 2 d は常時オフであり、パワースイッチング素子 1 2 b のみがスイッチングを行う。

【 0 0 4 6 】

以上説明したように、図 3 に示した回路構成の双方向 DC / DC コンバータ 1 を用いれば、昇圧と降圧のいずれの場合にも、すなわち双方向に電流を制御可能である。なお、回路のトポロジーとしては、図 3 の構成に限定するものではない。また、図 3 の回路構成であっても、例えば電圧条件がより限定され、スイッチング不要なスイッチを削減した構成としてもよいことはいうまでもない。

【 0 0 4 7 】

図 6 は、双方向 DC / DC コンバータ 1 が備えるコントローラ 1 6 が行う制御の概要を示すブロック図である。本実施例では、4 つの双方向 DC / DC コンバータ 1 は、並列に接続されており、接続先が蓄電池 2 側もバス配線 9 側も互いに共通である (図 2 参照)。このため、バス配線 9 の電圧に相当する入力容量 1 0 b の電圧  $V_{bus}$  (図 3 参照) をモニタし、これを一定とするような制御を行う方式が最適と考えられる。

10

20

30

40

50

## 【0048】

コントローラ16は双方向DC/DCコンバータ1の数だけ複数台存在するが、このうち任意の1台は、バス配線9の電圧を一定とするようなAVR制御(定電圧制御)20を実行する。AVR制御20を実行するコントローラ16は、予め決めてもよいし、予め定めることなく蓄電システム3の動作時に乱数などを用いて任意に決定してもよい。予め定める場合は、図7を用いて後述する上位コントローラ17と接続されているコントローラ16がAVR制御20を実行することもできる。AVR制御20では、バス配線9の電圧に相当する電圧 $V_{bus}$ と電圧指令値 $V_{ref}$ とから、総電流指令値 $I_{ref\_total}$ を演算する。電圧指令値 $V_{ref}$ は、目標となる電圧の値であり、各コントローラ16に予め与えられているものとする。総電流指令値 $I_{ref\_total}$ は、4つの双方向DC/DCコンバータ1に流れる電流の合計値(蓄電システム3から出力する電流値)である。

10

## 【0049】

このあと、コントローラ16は、並列台数制御ブロック22にて、稼働する双方向DC/DCコンバータ1の台数を決定し、双方向DC/DCコンバータ1のそれぞれに流れる電流の値である電流指令値 $I_{ref}$ を総電流指令値 $I_{ref\_total}$ を用いて求める。並列台数制御ブロック22での制御は、後述するように、1台のコントローラ16で実行してもよく、複数のコントローラ16で実行してもよい。

## 【0050】

このあと、各コントローラ16は、流れる電流値を電流指令値 $I_{ref}$ に合わせるためのACR制御(定電流制御)21(21a、21b、21c、21d)を実行する。ACR制御21では、双方向DC/DCコンバータ1に流れる電流の検出値である電流検出値 $I_L$ と電流指令値 $I_{ref}$ とから、各パワースイッチング素子12a~12dのパルス幅を決定する。決定されたパルス幅は、各コントローラ16が各ドライバIC15a~15dへ信号を出力することで、各パワースイッチング素子12a~12d(Q11、Q12、Q21、Q22)に伝達される。

20

## 【0051】

AVR制御20は、上記のように、全体の総電流(総電流指令値 $I_{ref\_total}$ )を決定するため、1台のコントローラ16だけで実行する方が制御上都合がよい。一方、ACR制御21は、各双方向DC/DCコンバータ1に対して応答よく電流を制御する必要があるので、各双方向DC/DCコンバータ1のコントローラ16でそれぞれ実行するのが適している。このため、本実施例では、AVR制御20を1台のコントローラ16で実行し、ACR制御21を各コントローラ16で実行する(ACR制御21a、21b、21c、21d)。

30

## 【0052】

並列台数制御ブロック22については、システムに応じて、全ての制御を1台のコントローラ16で実行してもよく、一部の制御を各コントローラ16で実行してもよい。一部の制御を各コントローラ16で実行する場合には、例えば、稼働する双方向DC/DCコンバータ1の台数を、AVR制御20を実行するコントローラ16が決定し、稼働する双方向DC/DCコンバータ1についての電流指令値 $I_{ref}$ の演算を、各コントローラ16がACR制御21の前段で実行することもできる。

40

## 【0053】

図7は、双方向DC/DCコンバータのそれぞれのコントローラの接続を示す構成図である。双方向DC/DCコンバータ1a~1dのそれぞれのコントローラ16には、識別番号(ID)が設定される。すなわち、各双方向DC/DCコンバータ1a~1dには、コントローラ16を介して、IDが割り当てられることになる。

## 【0054】

図7は、各双方向DC/DCコンバータ1a~1dがIDを自動認識するために必要なコントローラ16の接続の一例を示している。本実施例による並列型電源装置は、これまで述べてきたように、並列化された各双方向DC/DCコンバータ1をモジュール化し、

50



双方向DC/DCコンバータ1の稼働台数の変更によって出力容量の変更が容易であることとともに、稼働する双方向DC/DCコンバータ1の台数と組合せを変更して稼働時間の平均化をはかり、特定の双方向DC/DCコンバータ1へ負荷が集中することによる劣化の抑制が可能であることを特徴とする。

【0055】

図7に示すように、双方向DC/DCコンバータ1a~1dのそれぞれのコントローラ16は、少なくとも1組の入力端子と出力端子、すなわちID設定用の入力端子(CIDI)と出力端子(CIDO)を備える。各コントローラ16は、この入力端子と出力端子がID認識用の配線19で接続される。具体的には、コンバータ1aのコントローラ16の出力端子CIDOは、コンバータ1bのコントローラ16の入力端子CIDIとID認識用の配線19で接続される。コンバータ1bのコントローラ16の出力端子CIDOとコンバータ1cのコントローラ16の入力端子CIDI、コンバータ1cのコントローラ16の出力端子CIDOとコンバータ1dのコントローラ16の入力端子CIDI、及びコンバータ1dのコントローラ16の出力端子CIDOとコンバータ1aのコントローラ16の入力端子CIDIも、それぞれID認識用の配線19で接続される。コンバータ1a~1dのコントローラ16は、互いに通信用の配線18で接続される。

10

【0056】

また、双方向DC/DCコンバータ1aのコントローラ16のうち1台は、上位コントローラ17であるBPC(Battery Pack Controller)と通信用の配線18で接続される。BPCは、蓄電池2の中に設けられ、蓄電システム3を制御する装置である。上位コントローラ17と接続されているコントローラ16は、通信用の配線18によって、上位コントローラ17からの信号を受信する。

20

【0057】

稼働する双方向DC/DCコンバータ1a~1dの組合せを変更するためには、各双方向DC/DCコンバータ1a~1dの識別が必要となる。本実施例では双方向DC/DCコンバータ1が4台であるので、各コントローラ16にID設定用の入力端子と出力端子を2つずつ設け、2つのID設定用の入力端子と出力端子を用いて2桁のIDを表す。例えば、IDを“00”、“01”、“10”、“11”とし、ID設定用の入力端子と出力端子のスイッチを切り替えることで、双方向DC/DCコンバータ1a~1dの組合せを変更することができる。

30

【0058】

但し、このような方式の場合には、並列接続する双方向DC/DCコンバータ1の数が5台以上では3つのID設定用の入力端子と出力端子を用いて3桁のIDを表し、9台以上では4つのID設定用の入力端子と出力端子を用いて4桁のIDを表す必要がある。すなわち、双方向DC/DCコンバータ1の並列数の増加に伴って、必要となるID設定用の入力端子と出力端子の数を増やす必要がある。

【0059】

さらに、例えば、稼働する双方向DC/DCコンバータ1の組合せを変更する場合には、コントローラ16のIDを認識しなければならない。IDを自動認識するための構成について、以下で説明する。

40

【0060】

双方向DC/DCコンバータ1は、蓄電池2と組み合わせる場合には、蓄電池2が動作することが必須のため、上位コントローラ17(蓄電池2の制御システム)から起動信号を受信するまでは、無駄な電力消費を抑えるために完全に停止していることが望ましい。起動信号の受信後、双方向DC/DCコンバータ1の各コントローラ16は、それぞれの初期化プロセスを実施するが、IDの自動認識は、初期化プロセスに続けて行う。

【0061】

各コントローラ16を接続する通信用の配線18は、動作パラメータを送受信するための配線であり、共通信号で個々のコントローラ16の識別には適さない。このため、各コントローラ16にID設定用の入力端子と出力端子を設け、これらの入力端子と出力端子

50

をID認識用の配線19で接続している。但し、各コントローラ16は、ID認識用の配線19により環状（閉ループ状）に接続される。図7に示した構成では、上位コントローラ17からの信号は、通信用の配線18によってコンバータ1aのコントローラ16へ出力され、ID認識用の信号は、ID認識用の配線19によって、コンバータ1aのコントローラ16からコンバータ1bのコントローラ16へ出力され、コンバータ1bのコントローラ16からコンバータ1cのコントローラ16へ出力され、コンバータ1cのコントローラ16からコンバータ1dのコントローラ16へ出力され、コンバータ1dのコントローラ16からコンバータ1aのコントローラ16へ出力される。

【0062】

図8は、各双方向DC/DCコンバータ1a～1dがIDを認識するためのタイミングチャートであり、ID認識用の配線19で送信されるID認識用の信号を示す図である。図8では、上からコンバータ1a、コンバータ1b、コンバータ1c、及びコンバータ1dのそれぞれのコントローラ16のタイミングチャートを示しており、横軸は時間を表す。

10

【0063】

コンバータ1aのコントローラ16は、上位コントローラ17からの信号によって起動して初期化プロセスを実行した後、自らのIDを“00”に設定し、このIDを識別用データで挟んでID認識用の信号とする。そして、このID認識用の信号をコンバータ1bのコントローラ16に出力する。

【0064】

コンバータ1bのコントローラ16は、コンバータ1aのコントローラ16からID認識用の信号を受信し、受け取ったIDの値に“1”を加算して自らのIDを“01”に設定し、この自らのIDを識別用データで挟んでID認識用の信号とする。そして、このID認識用の信号をコンバータ1cのコントローラ16に出力する。

20

【0065】

コンバータ1cとコンバータ1dのコントローラ16も、同様にして、受け取ったIDの値に“1”を加算し、自らのIDをそれぞれ“10”及び“11”に設定する。

【0066】

このように、各コントローラ16が自らのIDをID認識用の配線19で接続された他のコントローラ16へ順々に出力する処理を実行することにより、各コンバータ1が完全に同一構成のハードウェアとソフトウェアを備えていても、それぞれのコントローラ16に個別のIDを設定することが可能となる。

30

【0067】

このような手法を取ることで、並列接続する双方向DC/DCコンバータ1の数が5台以上になっても、外部スイッチを用いたときのように端子数が増加することがなく、コントローラ16の端子数に余裕がない場合にも対応できる。なお、ID認識用の配線19については、上記の説明のように、各コントローラ16が自らのIDを他のコントローラ16へ順々に出力できるようにすることが設置の目的である。このため、最後のコンバータ1dのコントローラ16からコンバータ1aのコントローラ16への接続については、ID認識用の配線19を用いて接続せずに、何らかの終端処理で代替することも可能である。すなわち、各コントローラ16は、閉ループ状に接続せずに、ID認識用の配線19により開ループ状に接続してもよい。

40

【0068】

各双方向DC/DCコンバータ1は、それぞれのコントローラ16に設定されたIDを基に、稼働する順番が決められる。各双方向DC/DCコンバータ1の稼働する順番は、コントローラ16のID順（上記の例では“00”、“01”、“10”、“11”の順）としてもよく、コントローラ16のIDから求めた順番（例えば、IDと乱数を用いて求めた順番）としてもよく、任意の方法で定めることができる。

【0069】

なお、図8では説明のため、識別用データで挟まれたID信号にあてる時間を2ビット

50

分としており5台以上のIDを設定することができないが、実際は想定される最大並列台数にあった分の時間、例えば4ビット分の時間を確保しておけば、端子数を増やすことなく16台の接続まで対応することができる。また、ここでは配線19によってID認識用の信号をやり取りする例を示したが、データの詳細は別途設けられている通信機能を利用して問題ない。いずれにせよ、本実施例の方式を取ることで、端子数の少ない及び処理量の劣るプロセッサでも実行可能な簡易な処理で機器の特定に必要な設定を行うことができる。

**【0070】**

図9に、本実施例においてコントローラ16が行う処理のフローチャートの一例を示す。

10

**【0071】**

各コントローラ16は、S10で起動した後、S20で必要な初期化プロセスを実施し、S30でIDを設定する処理を行う。IDを設定する処理は、図7と図8を用いて上述した方法に従って行う。各コントローラ16がIDを設定すると、並列処理を行うために各コントローラ16を識別する準備が整い、各双方向DC/DCコンバータ1の稼働する順番が決められたことになる。

**【0072】**

S40で、各コントローラ16は、自らが最初に起動する双方向DC/DCコンバータ1(マスタ)のコントローラであるかどうかの判定を行う。マスタのコントローラは、AVR制御20を実行するコントローラであり、AVR制御20を実行するコントローラの決定方法は既に述べた。コントローラ16は、自らがマスタのコントローラと決定されているかどうかを判定し、マスタのコントローラであればS50~S80の処理を実行する。

20

**【0073】**

S50で、マスタのコントローラ16は、バス配線9の電圧に相当する電圧Vbusの値を取得する。

**【0074】**

S60で、マスタのコントローラ16は、電圧Vbusと電圧指令値Vrefとの差分を求めてPI演算を実施し、並列接続した双方向DC/DCコンバータ全体での総電流指令値Iref\_totalを求める(図6のAVR制御20を参照)。

30

**【0075】**

S70で、マスタのコントローラ16は、総電流指令値Iref\_totalと予め設定したテーブルなどを参照して、稼働する双方向DC/DCコンバータ1の台数Nを決定する(図6の並列台数制御ブロック22を参照)。このテーブルには、総電流指令値Iref\_totalと稼働する双方向DC/DCコンバータ1の台数Nとの関係が定められている。なお、電圧変動幅が大きく電力と電流の相関が必ずしも一定しない場合には、テーブルには電力と稼働する双方向DC/DCコンバータ1の台数Nとの関係を定めておき、総電流指令値Iref\_totalから演算される電力によって稼働台数Nを決定する方法も有効である。また、テーブルでの台数Nの設定は、参照する電流(又は電力)が増加する場合と減少する場合とでは増加側が高めとなるよう値をずらしてヒステリシス特性を与えることで、設定値近傍で頻繁に切り替えが発生するような事態を回避し、より安定した動作を実現することができる。

40

**【0076】**

S80で、マスタのコントローラ16は、総電流指令値Iref\_totalと稼働台数Nのデータを、他の双方向DC/DCコンバータ1(サブ)のコントローラ16に送信する。

**【0077】**

S90で、サブのコントローラ16は、マスタのコントローラ16が送信したデータを受信する。

**【0078】**

50

S 1 0 0で、コントローラ 1 6は、総電流指令値  $I_{ref\_total}$ 、稼働台数  $N$ 、及び設定されている  $ID$  から、それぞれのコンバータ 1 の電流指令値  $I_{ref}$  を決定する（図 6 の並列台数制御ブロック 2 2 を参照）。例えば、 $ID$  が設定されている各コンバータ 1 の電流指令値  $I_{ref}$  の値は、総電流指令値  $I_{ref\_total}$  を稼働台数  $N$  で割った値に定めることができる。

【 0 0 7 9 】

S 1 1 0で、各コントローラ 1 6は、電流指令値  $I_{ref}$  を取得する。

【 0 0 8 0 】

S 1 2 0で、各コントローラ 1 6は、電流検出値  $I_L$  と電流指令値  $I_{ref}$  を用いて  $P$   $I$  演算を行い、デューティ ( $duty$ ) を求める（図 6 の  $ACR$  制御 2 1 を参照）。

10

【 0 0 8 1 】

S 1 3 0で、各コントローラ 1 6は、各パワースイッチング素子 1 2 a ~ 1 2 d を駆動するためのパルス幅を決定し、 $PWM$  信号をドライバ  $IC$  1 5 a ~ 1 5 d へ出力する。そして、S 4 0 に戻って処理を続ける。

【 0 0 8 2 】

なお、図 6 を用いて述べたように、並列台数制御ブロック 2 2 での制御（特に S 1 0 0 の処理）は、1 台のコントローラ 1 6 で実行してもよく、複数のコントローラ 1 6 で実行してもよい。

【 0 0 8 3 】

以上のようなコントローラ 1 6 の処理に従えば、本実施例のように並列接続した双方向  $DC/DC$  コンバータ 1 を稼働させる順番が入れ替わっても、ソフトウェアによる制御のみで対応するコンバータを自律的に駆動することができる。

20

【 0 0 8 4 】

なお、図 9 のフローチャートの例では、 $ID$  の設定処理をコントローラ 1 6 の起動時 (S 3 0) のみに実行するが、起動時以外でも  $ID$  を変更することは可能である。例えば、要求される動作条件に合わせて、 $ID$  の設定処理を S 4 0 ~ S 1 3 0 のどこかに割り込ませることができる。このような割り込みの処理は、ソフトウェア上で容易に対応可能なことはいまでもない。

【 0 0 8 5 】

図 1 について説明する。図 1 は、本実施例による双方向  $DC/DC$  コンバータ 1 a ~ 1 d の全体の出力と稼働するコンバータの割り当てを示す図である。図 1 の上段は、期間  $t_1$  ~  $t_5$  における、双方向  $DC/DC$  コンバータ 1 a ~ 1 d の全体の出力と稼働するコンバータの割り当てを示す図である。図 1 の下段は、双方向  $DC/DC$  コンバータ 1 a ~ 1 d の全体の出力とコンバータの変換効率を示すグラフである。

30

【 0 0 8 6 】

図 1 の上段の図では、横軸が並列接続した双方向  $DC/DC$  コンバータ 1 a ~ 1 d の全体の出力（絶対値）を示し、縦軸が時間の経過を示している。図 1 において、横軸（出力）の目盛りは、下段の横軸の目盛りと共通であり、時間は、下向きに、すなわち期間  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$ 、 $t_5$  の順に経過するものとする。横軸の出力は、双方向  $DC/DC$  コンバータ 1 a ~ 1 d の全体に流れる電流の合計値から求められる。また、コンバータ 1 a ~ 1 d のコントローラ 1 6 には、 $ID$  として、それぞれ “ 0 0 ”、“ 0 1 ”、“ 1 0 ”、“ 1 1 ” が設定されているものとする。

40

【 0 0 8 7 】

期間  $t_1$  では、 $ID$  が “ 0 0 ”、“ 0 1 ”、“ 1 0 ”、“ 1 1 ” の順にコンバータが稼働する。すなわち、出力が約 4 . 5  $kW$  までコンバータ 1 a のみが 1 台目として稼働し、そこから約 8  $kW$  まではコンバータ 1 a とコンバータ 1 b（2 台目）の 2 台が稼働する。さらに、そこから約 1 2  $kW$  まではコンバータ 1 c（3 台目）を加えた 3 台が稼働し、約 1 2  $kW$  を超えるとコンバータ 1 d（4 台目）を加えた 4 台、すなわち、コンバータ 1 a ~ 1 d の全てが稼働する。

【 0 0 8 8 】

50

次の期間 t 2 では、I D が “ 0 1 ”、“ 1 0 ”、“ 1 1 ”、“ 0 0 ”の順にコンバータが稼働する。すなわち、1 台目がコンバータ 1 b、2 台目がコンバータ 1 c、3 台目がコンバータ 1 d、4 台目がコンバータ 1 a のように、稼働するコンバータが順番が変わる。次の期間 t 3 では、I D が “ 1 0 ”、“ 1 1 ”、“ 0 0 ”、“ 0 1 ”の順にコンバータが稼働する。すなわち、1 台目がコンバータ 1 c、2 台目がコンバータ 1 d、3 台目がコンバータ 1 a、4 台目がコンバータ 1 b というように、稼働するコンバータの順番が変わる。期間 t 4 以後も、同様に、稼働するコンバータの順番を変えてゆく。

#### 【 0 0 8 9 】

コンバータ 1 a ~ 1 d の稼働する順番は、上述したようにそれぞれのコントローラ 1 6 に設定された I D を基に決められ、期間が変わると、図 1 の上段の図のように自動的に 1 つずつずれるように変わる。このような制御は、コントローラ 1 6 に組み込まれたプログラムが実行する。

10

#### 【 0 0 9 0 】

期間を変えるタイミングは、本実施例のように太陽光発電（ソーラーパネル）との組合せであれば、夜間とすることができる。コンバータは、日中（昼間）のソーラーパネルの発電時には稼働率が高くなるが、発電が停止している夜間、特に深夜帯は、蓄電池 2 から少量の放電があるだけであり、稼働率が低下することが予想される。従って、夜間に、稼働するコンバータの順番を変えるのが望ましい（なお、稼働するコンバータの順番を変えるのには、数秒の切替時間が必要である）。このようにして稼働するコンバータの順番を変えると、日によって日中に大きく変動するコンバータの稼働率や稼働時間の平均化をはかることができる。

20

#### 【 0 0 9 1 】

図 1 の下段のグラフでは、横軸が並列接続した双方向 D C / D C コンバータ 1 a ~ 1 d の全体の出力（絶対値）を示し、縦軸がコンバータの変換効率を示している。

#### 【 0 0 9 2 】

コンバータの出力と変換効率の特性は、設計事項で一概にはいえないが、一般的に出力の比率が定格に対して下がるにつれて効率も下がる傾向にある。また、最大出力時にも、出力電流の増加による配線抵抗の損失の影響で、最大効率からやや低下する傾向がある。従って、並列接続された各コンバータ 1 a ~ 1 d の効率特性が同じだとすれば、1 台 ~ 4 台のそれぞれの台数で運転したときの効率特性は、図 1 の下段のグラフ中の点線で示したような曲線となる。

30

#### 【 0 0 9 3 】

しかし、本実施例のように、稼働するコンバータ 1 a ~ 1 d の順番を適切に変え、稼働するコンバータ 1 a ~ 1 d の台数を出力に応じて決定すれば、高い変換効率を得ることができる。図 1 の下段のグラフでは、全ての出力範囲で 4 台のコンバータ 1 a ~ 1 d が稼働している場合の効率を実線で示しており、本実施例のように稼働するコンバータ 1 a ~ 1 d の台数と順番を変えた場合の効率を太線で示している。本実施例のように稼働するコンバータ 1 a ~ 1 d の台数を出力に応じて変えると、全ての出力範囲で 4 台のコンバータ 1 a ~ 1 d が稼働した場合よりも、特に低出力側で高い変換効率が期待できる。

40

#### 【 0 0 9 4 】

図 1 の上段の図において、コンバータ 1 a ~ 1 d の稼働台数を切り替える出力の値を単純に 5 k W、1 0 k W、1 5 k W ときりのよい値にしなかったのは、このように変換効率を最大とするためである。但し、稼働台数を切り替える出力の値は、実際に利用するコンバータの特性に依存するため、例えば高出力側での効率低下が殆ど見られないような特性を持つコンバータを用いる場合であれば、稼働台数を切り替える出力の値は、単純に 5 k W、1 0 k W、1 5 k W としてもよい。また、前述の通り、稼働台数の切り替えが頻発するのを避けるために、稼働台数が増加するときと減少するときでは、稼働台数を切り替える出力の値に差をつける、つまりヒステリシスを与える方が、より動作が安定する。

#### 【 0 0 9 5 】

以上、本発明の実施例 1 による双方向 D C / D C コンバータを用いた太陽光発電システ

50

ムについて説明した。

【0096】

実施例1において、図3に示した双方向DC/DCコンバータ1は、非絶縁方式とした。これは、蓄電池2側の端子に十分な保護対策がなされている場合には、双方向DC/DCコンバータ1を非絶縁方式とする方がより高い変換効率を期待できるためである。しかし、システムの構成によっては、主インダクタンス11をトランスに変更して絶縁方式とすることも可能である。絶縁方式のコンバータとしても、本発明の効果には影響しないことはいうまでもない。絶縁方式にする場合には、双方向DC/DCコンバータ1(図3)において、入力容量10aの-側端子と入力容量10bの-側端子とを接続しない。

【0097】

また、パワースwitching素子12にはIGBTを用いると説明したが、他の半導体素子であるパワーMOSFET(Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor)や、近年開発が進み低損失なデバイス特性に注目が集まっているSiC(Silicon Carbide)やGaN(Gallium Nitride)によるSwitching素子を用いてよい。これらの素子を用いても、本発明の効果には影響しないことは明らかである。

【実施例2】

【0098】

図10を用いて、本発明の実施例2による並列型電源装置(双方向DC/DCコンバータ)について説明する。本実施例による双方向DC/DCコンバータは、実施例1と同様に、太陽光発電システムに用いられる。太陽光発電システムの構成や、双方向DC/DCコンバータの構成は、図1~図9を用いて説明した実施例1と同じである。本実施例では、各双方向DC/DCコンバータ1a~1dがIDを認識するためのタイミングチャートが異なる。

【0099】

図10は、本実施例における、各双方向DC/DCコンバータ1a~1dがIDを認識するためのタイミングチャートであり、ID認識用の配線19で送信されるID認識用の信号を示す図である。図10では、図8と同様に、上からコンバータ1a、コンバータ1b、コンバータ1c、及びコンバータ1dのそれぞれのコントローラ16のタイミングチャートを示しており、横軸は時間を表す。図10は、3台目のコンバータ1cが自らの故障(エラー)を検出した場合を示している。各コンバータ1a~1dは、自らのエラーを検出することができる。

【0100】

本実施例では、各コンバータ1a~1dがIDを認識する過程で何らかのエラーを検出した場合に備えて、エラー用に拡張した最上位1ビットをIDに設ける。すなわち、本実施例(コンバータが4台の場合)では、IDを3桁で表す。この最上位1ビットは、コンバータがエラーを検出したことを示す情報を追加するためのものである。

【0101】

正常時には、各コンバータ1a~1dのコントローラ16は、実施例1と同様に、自らのIDを設定し、ID認識用の信号を次のコンバータへと送信する。従って、コンバータが4台であれば、識別用のデータ信号に挟まれて送られるIDは、それぞれ“000”、“001”、“010”、“011”のように設定される。

【0102】

エラーの検出時には、エラーを検出したコンバータのコントローラ16は、受け取ったIDの最上位1ビットに“1”を設定し、受け取ったID認識用の信号をそのまま次のコンバータに送信する。すなわち、3台目のコンバータ1cが自らのエラーを検出した場合には、このコンバータ1cは、前のコンバータ1bからIDとして“001”を受信し、この値の最上位1ビットに“1”を設定して自らのIDを“101”とし、次のコンバータ1dにはIDとして“001”を送信する。従って、各コンバータに設定されるIDは、それぞれ“000”、“001”、“101”、“010”となる。

【0103】

10

20

30

40

50

エラーを検出したコンバータ（IDの最上位1ビットに“1”が設定されているコンバータ）は、以後は稼働せず、正常に動作するコンバータのみで処理を続行する。このような制御は、コントローラ16に組み込まれたプログラムが実行する。この結果、各コンバータ1a～1dに流れる電流又は各コンバータ1a～1dの電力の合計値は、稼働できるコンバータの定格の合計値を越えない。

#### 【0104】

実施例1の場合と同様に図10では説明のため、識別用データで挟まれたエラー信号とID信号にあてる時間を3ビット分としており、5台以上のIDを設定することができないが、実際は想定される最大並列台数にあった分の時間、例えば5ビット分の時間を確保しておけば、端子数を増やすことなく16台の接続まで対応することができる。また、ここでも配線19によってID認識用の信号をやり取りする例を示したが、データの詳細は別途設けられている通信機能を利用しても問題ない。いずれにせよ、本実施例の方式を取ることで、端子数の少ない及び処理量の劣るプロセッサでも実行可能な簡易な処理で機器の特定に必要な設定を行うことができる。

10

#### 【0105】

AVR制御20を実行するマスタのコントローラは、故障していない、すなわち、稼働可能なコンバータの台数を認識することができる。故障内容がコンバータの入力端又は出力端の短絡といった種類の運用上致命的なものでなければ、最大出力が稼働台数の範囲内であるとはいえ、限定的に運用を継続することが可能である。通信機能によって外部へエラーを報告することができれば、インフラ関連の高い信頼性が要求されるシステムにおいても、最大出力が故障台数分低下するという制約はあるものの運転の継続が可能であり、システムの停止期間をごく短時間に留めることができる。

20

#### 【0106】

なお、実施例1で説明したように、総電流指令値 $I_{ref\_total}$ を求めるAVR制御20は、最初に起動する（1台目の）マスタのコントローラが実行するものとしている。1台目のコントローラにエラーが検出された場合には2台目以降のコントローラがマスタとなる処理を、コントローラのプログラムに組み込んでおくと、IDを認識する処理が機能すれば以後の処理を続行することができ、さらにトラブルに強いシステムを構築することができる。

30

#### 【実施例3】

#### 【0107】

図11を用いて、本発明の実施例3による並列型電源装置（DC/DCコンバータ）について説明する。本実施例によるDC/DCコンバータは、双方向のコンバータと一方向のコンバータであり、風力発電システムに用いられる。

#### 【0108】

図11は、本実施例によるDC/DCコンバータを用いた風力発電システムの構成を示す図である。本実施例での風力発電システムは、実施例1の図2で示した太陽光発電システムにおいて、ソーラーパネル7とDC/DCコンバータ5の部分を、風力発電機群25を有する風力発電の設備と並列接続された複数（図11では3つ）のDC/DCコンバータ5a、5b、5cに置き換えたものである。DC/DCコンバータ5a～5cの構成は、双方向DC/DCコンバータ1a～1dの構成と同じである。但し、DC/DCコンバータ5a～5cは、風力発電機群25から系統側（PCS系統のバス配線9）へ一方向にだけ電力を変換する、一方向のコンバータである。双方向DC/DCコンバータ1a～1dや蓄電システム3の構成は、実施例1又は実施例2と同じであるので、説明を省略する。

40

#### 【0109】

風力発電システムは、欧州などで開発が進み、風力発電機の翼径に応じて出力が決まり、出力が小規模なものから大規模なものまで既に製品化されている。風力発電機の設置場所の選定に当たっては適している気候条件を考慮するとはいえ、出力は、天候により左右され、太陽光発電のように日中にピークがくるとは限らない。また、出力の変動も大きく

50

、かつ予測が難しいと考えられる。また、設置する風力発電機の台数は地形により変わってくることから、最大となる出力も大きく変動する。

【0110】

風力発電機群25の個々の風力発電機でもある程度の電力制御機能を担っていると考えられる。しかし、より効果的に電力を制御するために、風力発電機群25全体の電力を系統に接続する際のDC/DCコンバータとして、本実施例による双方向DC/DCコンバータ1a~1dとこれらを用いた蓄電システム3を用いるのが好ましい。本実施例による双方向DC/DCコンバータ1a~1dを用いると、既に説明してきたように、広い出力範囲にわたって高い変換効率を持つという点と、出力規模に応じて柔軟かつ容易にシステムを構成できるという点で、メリットが大きい。

10

【0111】

上述したように、並列接続された3つのDC/DCコンバータ5a~5cは、風力発電機群25から系統側(PCS系統のバス配線9)へのみ電力を変換する。このため、DC/DCコンバータ5a~5cは、PCSに接続している蓄電システム3の双方向DC/DCコンバータ1とは異なり、双方向の電力変換機能が不要であることはいうまでもない。

【実施例4】

【0112】

図12を用いて、本発明の実施例4による並列型電源装置(DC/ACインバータ)について説明する。本実施例によるDC/ACインバータは、風力発電システムに用いられる。

20

【0113】

図12は、本実施例によるDC/ACインバータを用いた風力発電システムの構成を示す図であり、実施例3で述べた風力発電機群25の出力を、直接、AC(直流)として出力する風力発電システムの構成を示す図である。風力発電機群25は、並列接続した複数のDC/ACインバータ6a、6b、6cに直接接続される。DC/ACインバータ6a~6cの構成は、インバータとコンバータの違いを除き、実施例3で述べたDC/DCコンバータ5a~5cの構成と同じである。

【0114】

風力発電機群25が発電した電力は、DC/ACインバータ6a~6cによりACに変換され、AC配線26により変電設備27を介して負荷8に供給される。風力発電機群25を実際にAC系統に接続する場合には様々な制約がある。しかし、本実施例のように、複数のDC/ACインバータ6a~6cを並列に接続すると、実施例1~3で述べたような効果を有するという利点がある。

30

【0115】

風力発電機を設置する場所の例の一つに、海洋上が挙げられる(洋上発電)。風力発電機は、近年、大型の翼径を持つ大出力の装置が開発されているが、回転時の音などによる周辺環境への影響が懸念されており、海洋上が有力な候補とされるためである。

【0116】

洋上発電では、スペースの制約が少なく多数の風力発電機が設置されるため得られる出力は大きい。その性質上、出力は風速によって大きく変動する。従って、実施例1のように蓄電システム3と組み合わせることができれば、エネルギーの利用効率を高めることができる。しかし、海洋上又はその近傍という環境は、特に現在の主な大容量蓄電池を設置するには、蓄電池に強い腐食耐性が必要となるため、条件的に厳しい環境である。

40

【0117】

そこで、海洋上の風力発電機の電力を、並列接続した複数のDC/ACインバータ6a~6cでAC(直流)に変換し、陸上の変電設備まで送電するシステムを構築する。そして、風力発電機側のDC電圧が目標範囲内に収まって安定するように、DC/ACインバータ6a~6cの出力を、実施例1で述べたように、インバータの稼働台数を変更したり稼働順序を入れ替えたりして制御する。このような構成と制御により、蓄電池の設置が困難な場所でも、発電した電力を効率的に利用することができる。

50



【0118】

また、必要であれば、受電側の変電設備で蓄電池などを組み合わせることで、系統への逆潮流時に問題となる発電電力の変動を抑制することも可能である。

【0119】

なお、本発明は、上記の実施例に限定されるものではなく、様々な変形例を含む。例えば、上記の実施例は、本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、本発明は、必ずしも説明した全ての構成を備える態様に限定されるものではない。

【符号の説明】

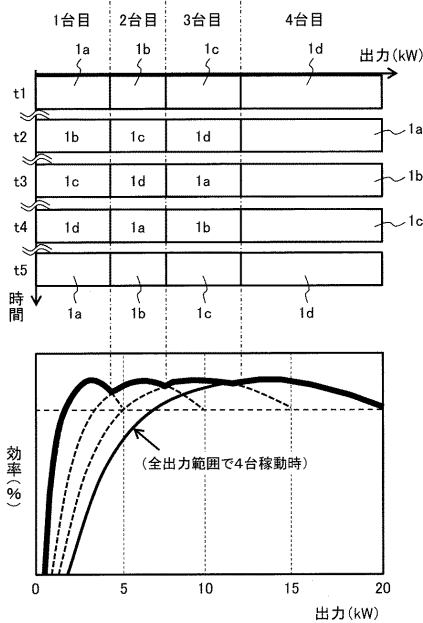
【0120】

1 (1 a ~ 1 d) ... 双方向DC / DCコンバータ、2 ... 蓄電池、3 ... 蓄電システム、5 ... DC / DCコンバータ、5 a ~ 5 c ... DC / DCコンバータ、6 ... DC / ACインバータ、6 a ~ 6 c ... DC / ACインバータ、7 ... ソーラーパネル、8 ... 負荷、9 ... バス配線、10 a ... 蓄電池側の入力容量、10 b ... バス配線側の入力容量、11 ... 主インダクタンス、12 (12 a ~ 12 d) ... パワースイッチング素子、13 a ~ 13 d ... ダイオード、14 ... IGBTモジュール、15 (15 a ~ 15 d) ... ドライバIC、16 ... コントローラ、17 ... 上位コントローラ、18 ... 通信用の配線、19 ... ID認識用の配線、20 ... AVR制御、21 (21 a ~ 21 d) ... ACR制御、22 ... 並列台数制御ブロック、25 ... 風力発電機群、26 ... AC配線、27 ... 変電設備。

10

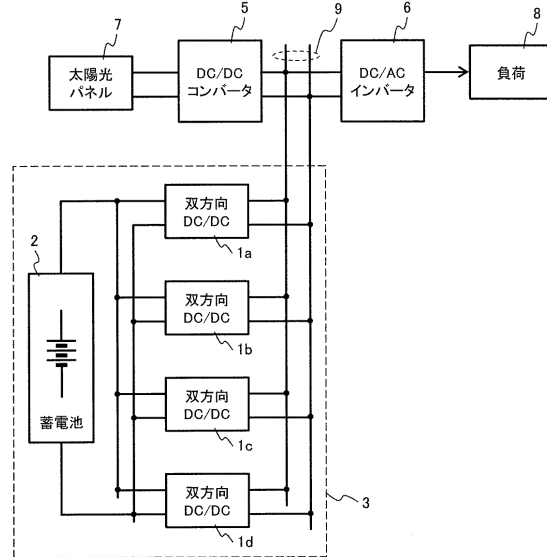
【図1】

図1



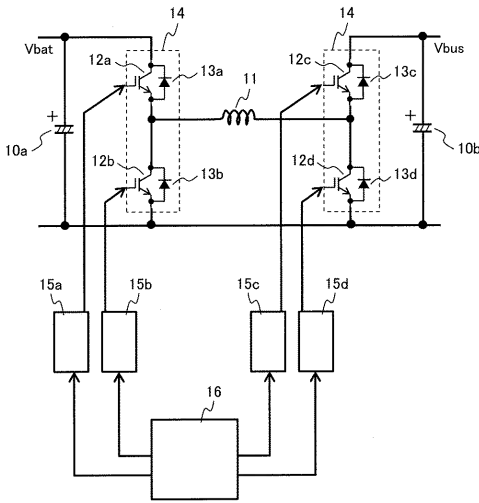
【図2】

図2



【図3】

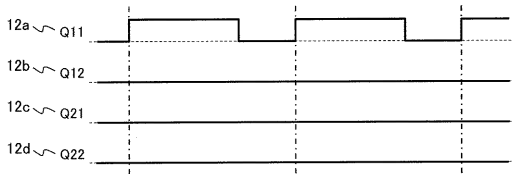
図3



【図4】

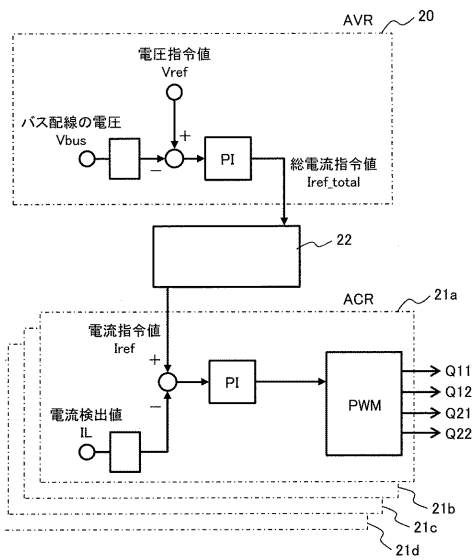
図4

降圧放電



【図6】

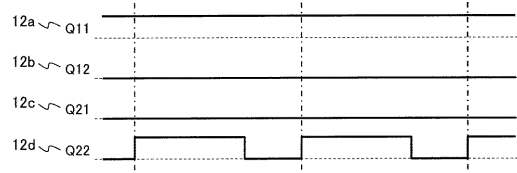
図6



【図5】

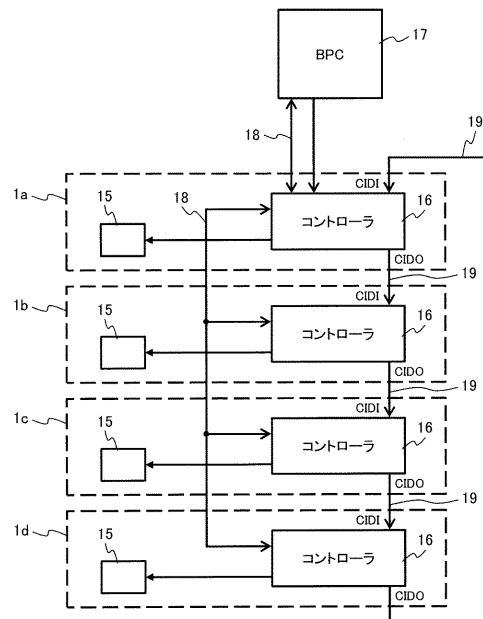
図5

昇圧放電

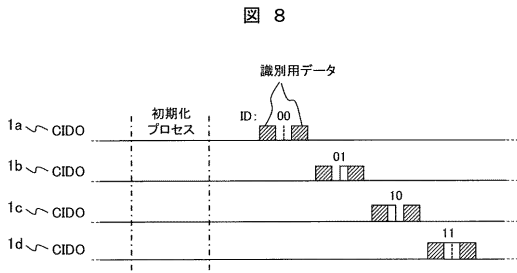


【図7】

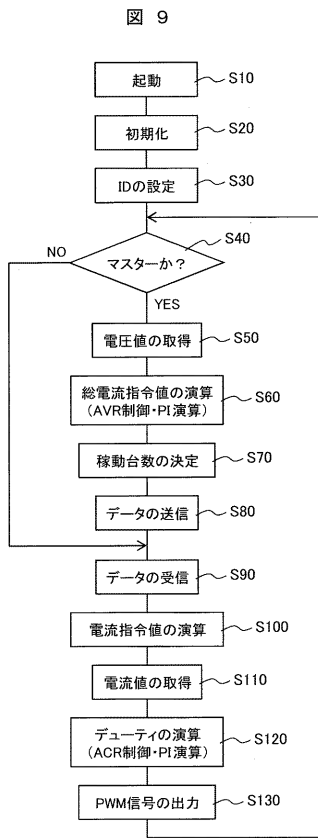
図7



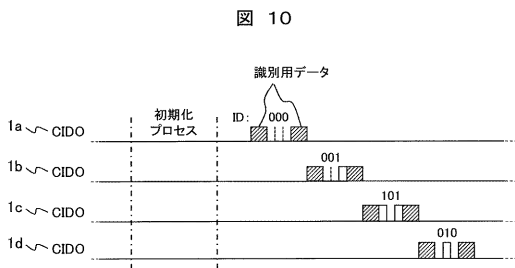
【 図 8 】



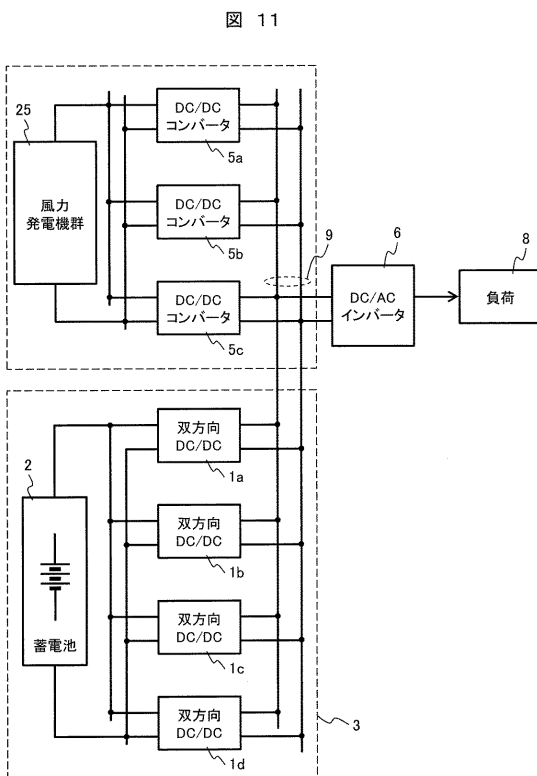
【 図 9 】



【 図 10 】

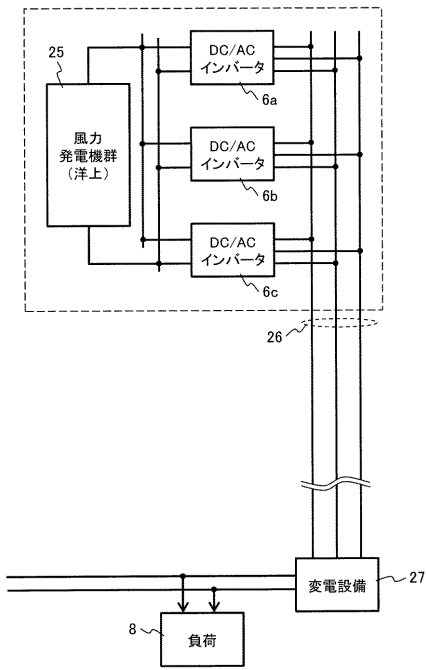


【 図 11 】



【図 12】

図 12



---

フロントページの続き

(72)発明者 高橋 直也

神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 株式会社日立アドバンスデジタル内

Fターム(参考) 5H730 AA14 AS04 AS05 AS08 BB13 BB14 BB82 BB98 DD03 DD16  
EE59 EE60 FD31 FG05 FG12