(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
2019年8月1日(01.08.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/145997 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/001973

(22) 国際出願日： 2018年1月23日(23.01.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: ＴＤＫ株式会社(**TDK CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 Tokyo (JP).

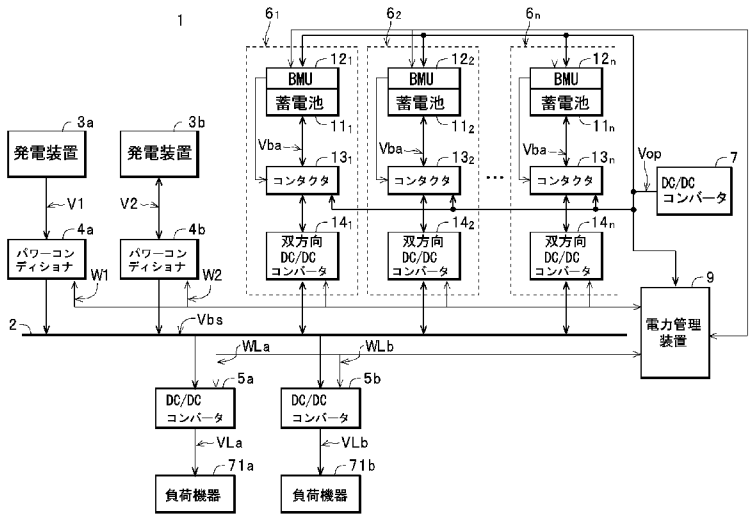
(72) 発明者: 鈴木 真吾(**SUZUKI Shingo**); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 直井 克夫(**NAOI Katsuo**); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 光永 琢真(**MITSUNAGA Takuma**); 〒1080023 東京都港区芝浦三丁目９番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 伸司(**SAKAI Shinji**); 〒3811225 長野県長野市松代町東寺尾３８７３－１ Nagano (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,

(54) **Title:** DC FEEDING SYSTEM

(54) 発明の名称： 直流給電システム



3a, 3b Power generation device
4a, 4b Power conditioner
5a, 5b, 7 DC/DC converter
9 Power management device
11_1, 11_2, 11_n Storage battery
13_1, 13_2, 13_n Contactor
14_1, 14_2, 14_n Bidirectional DC/DC converter
71a, 71b Load device

(57) **Abstract:** The present invention reduces variation in the lives of a plurality of storage batteries. This DC feeding system is provided with: power conditioners 4a, 4b for supplying the generated powers W1, W2 of power generation devices 3a, 3b to a DC bus 2; converters 5a, 5b for performing voltage conversion on a bus voltage Vbs and supplying load powers WLa, WLb to load devices 71a, 71b; bidirectional converters 14_1-14_n that perform charging operation for charging storage batteries 11_1-11_n and perform discharging operation for discharging the storage

WO 2019/145997 A1

［続葉有］

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))

batteries 11; and a power management device 9 for instructing the converters 14 to perform the charging operation when the generated powers exceed the load powers and for instructing the converters 14 to perform the discharging operation when the generated powers become less than the load powers. The power management device 9 imparts a first voltage-current characteristic to each of the converters 14 with a slope in accordance with the SOC of each of the storage batteries 11 during the charging operation, and imparts a second voltage-current characteristic to each of the converters 14 with a slope in accordance with the SOC during the discharging operation, said first voltage-current characteristic being used for increasing charging current in a linear function manner with the increase of the bus voltage Vbs, said second voltage-current characteristic being used for decreasing discharging current in a linear function manner with the increase of the bus voltage Vbs.

(57) 要約:複数の蓄電池の電池寿命のばらつきを低減する。発電装置３ａ，３ｂの発電電力Ｗ１，Ｗ２を直流バス２に供給するパワーコンディショナ４ａ，４ｂと、バス電圧Ｖｂｓを電圧変換して負荷機器７１ａ，７１ｂに負荷電力ＷＬａ，ＷＬｂを供給するコンバータ５ａ，５ｂと、蓄電池１１$_1$～１１$_n$を充電する充電動作および蓄電池１１を放電させる放電動作を実行する双方向コンバータ１４$_1$～１４$_n$と、発電電力が負荷電力を上回るときにはコンバータ１４に充電動作を、下回るときにはコンバータ１４に放電動作を実行させる電力管理装置９とを備え、電力管理装置９は、充電動作時には、バス電圧Ｖｂｓの増加に伴い充電電流を一次関数的に増加させる第１電圧電流特性を蓄電池１１のＳＯＣに応じた傾きで、また放電動作時には、バス電圧Ｖｂｓの増加に伴い放電電流を一次関数的に減少させる第２電圧電流特性をＳＯＣに応じた傾きで各コンバータ１４に付与する。

明　細　書

発明の名称 ： 直流給電システム

技術分野

[0001] 本発明は、商用電源と接続されない独立型の直流給電システムに関するものである。

背景技術

[0002] この種の直流給電システムとして、下記の特許文献１に開示された直流給電システムが知られている。この直流給電システムは、分散電源装置（例えば、太陽光発電装置、風力発電装置および燃料電池などの装置）と、分散電源装置を負荷に接続する直流バスと、複数の直流電源装置（蓄電池を含み、充放電可能な電源装置）と、直流バスに複数の直流電源装置をそれぞれ接続するコンバータ（例えば双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ）と、これらの複数のコンバータを制御する制御器とを備えている。また、この直流給電システムでは、エアコン、テレビおよび照明装置などの家電機器や、パソコンなどの情報機器が負荷として直流バスに接続されて、直流バスから直流電力（直流電圧）の供給を受けて動作する。また、この直流給電システムでは、制御器は、分散電源装置より直流バスに供給される電圧が所定値と異なるとき、少なくとも１つのコンバータによって１つの直流電源装置から直流バスへ電力供給し、他の少なくとも１つのコンバータによって、直流バスの電圧を所定値に保つように直流バスから他の直流電源装置へ直流電力を供給するように制御する。

[0003] この直流給電システムによれば、分散電源装置から直流バスに出力される直流電圧の変動が大きくても、直流バスの電圧（直流電圧）を安定させることができることから、直流バスに接続された負荷に対して安定な出力電圧（直流電圧）を供給することが可能となっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０１２／０５７０３２号（第３－４頁、第１図）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記した従来の直流給電システムを含む公知の直流給電システムでは、複数の直流電源装置としての蓄電池と直流バスとの間に接続されるコンバータ（双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ）はすべてＣＶ型（定電圧(constant voltage)充電型）であることから、各蓄電池として同じ仕様のものを使用し、かつ各コンバータとして同じ仕様のものを使用したとしても、各蓄電池および各コンバータには製造誤差が存在し、また蓄電池とコンバータとを接続する配線や、コンバータと直流バスとを接続する配線についても全く同じ長さにすることは困難なため（つまり、配線抵抗にばらつきが生じるため）、各蓄電池の充放電電流の電流値は同じ値とはならない。このため、各蓄電池に対する充放電が繰り返された際には、蓄電池毎に電池残量に差が生じ、これに起因して蓄電池毎に充放電サイクル数にも差が生じるようになることから、各蓄電池の電池寿命にばらつきが生じるという改善すべき課題が存在している。

[0006] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、直流バスに接続される複数の蓄電池についての電池寿命のばらつきを大幅に低減し得る直流給電システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成すべく、本発明に係る直流給電システムでは、直流給電の母線となる直流バスと、発電装置と、前記発電装置の発電電力を前記直流バスに供給する第１コンバータと、前記直流バスに供給されている直流電圧を電圧変換して負荷機器に供給する第２コンバータと、複数の蓄電池と、前記複数の蓄電池の各々と前記直流バスとの間に接続されて、当該直流バスに供給されている直流電圧と当該蓄電池の直流電圧とを双方向に電圧変換して、当該直流バスから当該蓄電池へ、または当該蓄電池から当該直流バスへ直流電流を供給する複数の双方向コンバータと、前記発電装置での前記発電電力

と前記第２コンバータから前記負荷機器に供給されている負荷電力とを比較して、当該発電電力が当該負荷電力を上回るときには、前記各双方向コンバータに対して前記直流電流を前記蓄電池へ供給させる充電動作を実行させ、当該発電電力が当該負荷電力を下回るときには、前記各双方向コンバータに対して前記直流電流を前記直流バスへ供給させる放電動作を実行させる制御部とを備えている独立型の直流給電システムであって、前記制御部は、前記充電動作を実行させる際には、前記直流バスに供給されている前記直流電圧の増加に伴い前記直流電流を一次関数的に増加させる第１電圧電流特性を、対応する前記蓄電池の電池残量に応じた傾きで前記各双方向コンバータに対して付与し、前記放電動作を実行させる際には、前記直流バスに供給されている前記直流電圧の増加に伴い前記直流電流を一次関数的に減少させる第２電圧電流特性を、対応する前記蓄電池の電池残量に応じた傾きで前記各双方向コンバータに対して付与する。

具体的には、前記制御部は、前記各双方向コンバータに対して、前記対応する蓄電池の前記電池残量が大きいほど前記傾きが大きくなる前記第１電圧電流特性を付与すると共に、前記対応する蓄電池の前記電池残量が大きいほど前記傾きの絶対値が小さくなる前記第２電圧電流特性を付与する。

[0008] 本発明によれば、充電動作においては、他の蓄電池よりも大きな電池残量の蓄電池は小さな充電電流で充電される（言い換えれば、他の蓄電池よりも小さな電池残量の蓄電池は大きな充電電流で充電される）ため、各蓄電池をそれぞれの電池残量が近づくように（揃うように）充電することができ、一方、放電動作においては、他の蓄電池よりも大きな電池残量の蓄電池は大きな放電電流で放電される（言い換えれば、他の蓄電池よりも小さな電池残量の蓄電池は小さな放電電流で放電される）ため、各蓄電池をそれぞれの電池残量が近づくように（揃うように）放電させることができる。これにより、この直流給電システムによれば、各蓄電池に対する充放電が繰り返された際にも、各蓄電池の電池残量を近い状態（ほぼ揃った状態）に維持することができることから、蓄電池毎に充放電サイクル数に差が生じるという事態を回

避することができる結果、各蓄電池の電池寿命にばらつきが生じるという事態の発生を大幅に低減することができる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、直流バスに接続される複数の蓄電池についての電池寿命のばらつきを大幅に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]直流給電システム１の構成図である。

[図2]充電動作のときに各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に付与する第１電圧電流特性を説明するための説明図である。

[図3]放電動作のときに各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に付与する第２電圧電流特性を説明するための説明図である。

[図4]各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に付与する他の第１電圧電流特性を説明するための説明図である。

[図5]各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に付与する他の第２電圧電流特性を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、直流給電システムの実施の形態について、添付図面を参照して説明する。なお、直流給電システムは以下の実施形態に限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれると共に、その構成要素は、適宜組み合わせることが可能である。

[0012] 最初に、直流給電システムとしての直流給電システム１の構成について説明する。

[0013] 直流給電システム１は、直流バス２、１または２以上の発電装置３（本例では一例として２つの発電装置３ａ，３ｂ。以下、区別しないときには「発電装置３」ともいう）、発電装置３に対応して配設された第１コンバータ４（本例では一例として後述する２つのパワーコンディショナ４ａ，４ｂ）、直流給電システム１に接続される負荷機器７１（本例では一例として２つの

負荷機器７１ａ，７１ｂ。以下、区別しないときには「負荷機器７１」ともいう）に対応して配設された第２コンバータ５（本例では一例として後述する２つの第２コンバータ５ａ，５ｂ。以下、区別しないときには「第２コンバータ５」ともいう）、複数の直流電源装置６（直流電源装置６_{1}，６_{2}，・・・，６_{n}）、第３コンバータ７、および電力管理装置９を備え、発電装置３で発電された電力に基づいて直流電圧を生成して、１または２以上の負荷機器７１に供給可能な独立型の直流給電システム（商用電源（商用交流電源）に接続されない直流給電システム）として構成されている。

[0014] 直流バス２は、発電装置３の設置場所、各直流電源装置６の設置場所および負荷機器７１の設置場所に亘って敷設されて、直流給電の母線として機能する。また、直流バス２は、複数の直流電源装置６内の後述する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４の充放電動作により、公称バス電圧を含む所定の電圧範囲内（例えば、公称バス電圧としてのＤＣ３７０Ｖを含むＤＣ３４０Ｖ以上ＤＣ４００Ｖ以下の電圧範囲内）にバス電圧Ｖｂｓが規定される。

[0015] 発電装置３は、分散型電源装置で構成されている。この場合、分散型電源装置は、太陽光発電装置および風力発電装置などの自然再生エネルギーを利用した発電装置や、軽油およびガソリンなどの化石エネルギーを利用したエンジン方式の発電装置で構成することが可能である。本例では一例として、発電装置３ａは、エンジン方式の発電装置であって、動作状態において、所定の電圧値の交流電圧Ｖ１を生成して出力する。また、発電装置３ｂは、一例として１または２以上の太陽光発電装置で構成されて、昼間には自動的に発電して、直流電圧Ｖ２を生成して出力する。

[0016] 第１コンバータ４は、本例では２つの発電装置３ａ，３ｂに対応して配設された２つのパワーコンディショナ４ａ，４ｂで構成されている。本例では一例として、パワーコンディショナ４ａは、ＡＣ／ＤＣコンバータを含んで構成されて、発電装置３ａに対応して配設されている。また、パワーコンディショナ４ａは、交流電圧Ｖ１に基づいて内部で生成した直流電圧で動作すると共に、電力管理装置９によって制御されて、発電装置３ａから出力され

る発電電力としての交流電圧Ｖ１をバス電圧Ｖｂｓ（例えば、第１コンバータ４では、所定の電圧範囲の上限電圧値を下回り、かつ公称バス電圧を上回る電圧。この上限電圧値近傍の電圧値）に変換して、直流バス２に供給する。また、パワーコンディショナ４ａは、発電装置３ａから直流バス２に供給している発電電力Ｗ１を計測して（所定の周期Ｔ（例えば数秒間隔）で計測して）電力管理装置９に出力する電力計測機能を有している。

[0017] パワーコンディショナ４ｂは、一例としてＤＣ／ＤＣコンバータを含んで構成されて、発電装置３ｂに対応して配設されている。また、パワーコンディショナ４ｂは、直流電圧Ｖ２に基づいて内部で生成した直流電圧で動作すると共に、電力管理装置９によって制御されて、対応する発電装置３ｂの発電動作を制御することで発電電力を制御可能に構成されると共に、発電装置３ｂから出力される発電電力としての直流電圧Ｖ２をバス電圧Ｖｂｓに変換して、直流バス２に供給する。また、パワーコンディショナ４ｂは、発電装置３ｂから直流バス２に供給されている発電電力Ｗ２を計測して（例えば周期Ｔで計測して）電力管理装置９に出力する電力計測機能を有している。

[0018] 第２コンバータ５は、例えば、バス電圧Ｖｂｓに基づいて内部で生成した直流電圧で動作するＤＣ／ＤＣコンバータで構成されている。本例では、理解の容易のため、一例として、直流給電システム１に接続される負荷機器７１（直流負荷）は負荷機器７１ａ，７１ｂの２つであるとして、第２コンバータ５は、負荷機器７１ａに対応する第２コンバータ５ａ（ＤＣ／ＤＣコンバータ５ａともいう）と、負荷機器７１ｂに対応する第２コンバータ５ｂ（ＤＣ／ＤＣコンバータ５ｂともいう）の２つで構成されているものとする。この場合、ＤＣ／ＤＣコンバータ５ａは、電力管理装置９によって制御されて、バス電圧Ｖｂｓを負荷機器７１ａで使用される直流電圧である負荷電圧ＶＬａに変換（直流電圧変換）して、負荷機器７１ａに供給する。また、ＤＣ／ＤＣコンバータ５ａは、直流バス２から負荷機器７１ａに供給される負荷電流について、電力管理装置９から設定された上限電流値で制限する電流制限機能を有している。また、ＤＣ／ＤＣコンバータ５ａは、この負荷電圧

ＶＬａおよび負荷電流に基づき、直流バス２から負荷機器７１ａに供給されている負荷電力ＷＬａを計測して（例えば周期Ｔで計測して）電力管理装置９に出力する電力計測機能を有している。

[0019] ＤＣ／ＤＣコンバータ５ｂは、電力管理装置９によって制御されて、バス電圧Ｖｂｓを負荷機器７１ｂで使用される直流電圧である負荷電圧ＶＬｂに変換（直流電圧変換）して、負荷機器７１ｂに供給する。また、ＤＣ／ＤＣコンバータ５ｂは、直流バス２から負荷機器７１ｂに供給される負荷電流について、電力管理装置９から設定された上限電流値で制限する電流制限機能を有している。また、ＤＣ／ＤＣコンバータ５ｂは、この負荷電圧ＶＬｂおよび負荷電流に基づき、直流バス２から負荷機器７１ｂに供給されている負荷電力ＷＬｂを計測して（例えば周期Ｔで計測して）電力管理装置９に出力する電力計測機能を有している。

[0020] なお、負荷機器７１ａ，７１ｂは、直流電圧である負荷電圧ＶＬａ，ＶＬｂ（以下、特に区別しないときには、負荷電圧ＶＬともいう）の供給を受けて動作する直流負荷であって、例えば、直流電圧で動作する照明機器、直流電圧で動作するテレビおよび冷蔵庫などの家電製品、並びに直流電圧で動作するパソコンや携帯端末などの情報機器などで構成される。

[0021] 直流電源装置６は、直流電源装置6_1，6_2，・・・，6_nのｎ個（ｎは２以上の整数。以下、特に区別しないときには、直流電源装置６ともいう）配設されている。各直流電源装置６は、蓄電池１１、電池管理装置（ＢＭＵ（Battery Management Unit））１２、コンタクタ１３および双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４をそれぞれ備えて構成されている。

[0022] 蓄電池11_1，11_2，・・・，11_n（以下、特に区別しないときには、蓄電池１１ともいう）は、直流バス２への電力の供給のために使用されるものであり、一般的に、大容量であって、かつ安価な鉛蓄電池やニッケル水素電池などの蓄電池であって、同種（例えば、公称電圧が同じ鉛蓄電池）で、かつ同容量（公称容量が同じ）の蓄電池で構成されている。なお、リチウムイオン電池やＮＡＳ電池（ナトリウム硫黄電池）などの高価な蓄電池で構成す

ることもできる。蓄電池１１は、公称電圧を含む所定の使用電圧範囲内で、充電動作および放電動作が可能に構成されている。

[0023] ＢＭＵ１２$_1$，１２$_2$，・・・，１２$_n$（以下、特に区別しないときには、ＢＭＵ１２ともいう）は、対応する各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，・・・，１１$_n$にそれぞれ配設されて、後述する動作用電圧Ｖｏｐで動作する。また、各ＢＭＵ１２は、動作状態において、一例として蓄電池１１の充電電圧Ｖｂａを計測する機能と、蓄電池１１の充放電電流の電流値を計測してＳＯＣ（State of charge：電池残量（残容量））を演算する機能と、計測した充電電圧Ｖｂａや充放電電流の電流値や算出したＳＯＣを含む情報を電池情報として所定の周期Ｔで電力管理装置９に出力する機能とを有している。また、ＢＭＵ１２は、電力管理装置９からコンタクタ制御情報を入力したときには、このコンタクタ制御情報で示される制御内容をコンタクタ１３に対して実行する（制御内容が遮断指示のときにはコンタクタ１３を遮断状態に移行させ、制御内容が連結指示のときにはコンタクタ１３を連結状態に移行させる）機能も有している。

[0024] コンタクタ１３$_1$，１３$_2$，・・・，１３$_n$（以下、特に区別しないときには、コンタクタ１３ともいう）は、対応する蓄電池１１$_1$，１１$_2$，・・・，１１$_n$の正極および負極と、対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$，１４$_2$，・・・，１４$_n$における蓄電池１１$_1$，１１$_2$，・・・，１１$_n$側の一対の入出力端子との間に配設されて、後述する動作用電圧Ｖｏｐで動作する。また、各コンタクタ１３は、対応するＢＭＵ１２によって制御されて、遮断状態および連結状態のうちの任意の一方の状態に移行し、遮断状態のときには、この正極および負極と、この一対の入出力端子とを遮断し（切り離し）、連結状態のときには、この正極および負極と、この一対の入出力端子とを連結する。

[0025] 双方向コンバータとしての双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$，１４$_2$，・・・，１４$_n$（以下、特に区別しないときには、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４ともいう）は、上記したように蓄電池１１側の一対の入出力端子（一方

の一対の入出力端子）がコンタクタ１３を介して蓄電池１１に接続されると共に、他方の一対の入出力端子が直流バス２に接続されることで、蓄電池１１と直流バス２との間に接続（配設）されている。双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４については、例えば特開２０１６－１５２６４１号公報に開示の公知の双方向ＤＣ／ＤＣコンバータで構成することができる。

[0026] また、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４は、バス電圧Ｖｂｓに基づいて内部で生成した直流電圧でＣＣ動作（定電流方式での充電・放電動作）すると共に、電力管理装置９によって動作制御される。

[0027] 具体的には、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４は、電力管理装置９から受信した制御情報が充電指示のときには、この制御情報に含まれる第１電圧電流特性（電力管理装置９から付与された第１電圧電流特性）と他方の一対の入出力端子間の電圧（つまり、バス電圧Ｖｂｓ）とから充電電流の電流値を決定し、他方の一対の入出力端子から入力したバス電圧Ｖｂｓを昇圧または降圧（電圧変換）して一方の一対の入出力端子から蓄電池１１に出力することにより、この決定した電流値（決定電流値）で充電電流を蓄電池１１に供給して、蓄電池１１を充電する（定電流での充電動作を実行する）。また、この第１電圧電流特性とは、図２に示すように、直流バス２に供給されている直流電圧（つまり、バス電圧Ｖｂｓ）の増加に伴い直流電流（この場合、充電電流）を一次関数的に増加させるという電圧電流特性である。

[0028] 一方、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４は、受信した制御情報が放電指示のときには、この制御情報に含まれる第２電圧電流特性（電力管理装置９から付与された第２電圧電流特性）と他方の一対の入出力端子間の電圧（つまり、バス電圧Ｖｂｓ）とから放電電流の電流値を決定し、一方の一対の入出力端子から入力した蓄電池１１の充電電圧Ｖｂａを昇圧または降圧（電圧変換）して他方の一対の入出力端子から直流バス２に出力することにより、この決定した電流値（決定電流値）で放電電流を蓄電池１１から出力させる（蓄電池１１を放電させる（定電流での放電動作を実行する））。また、この第２電圧電流特性とは、図３に示すように、直流バス２に供給されている直

流電圧（つまり、バス電圧Ｖｂｓ）の増加に伴い直流電流（この場合、放電電流）を一次関数的に減少させるという電圧電流特性である。

[0029] また、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４は、制御情報が停止指示のときには、自身の動作を停止させて消費電力を低減させるスリープ状態に移行する。また、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４は、スリープ状態において制御情報として充電指示または放電指示を受信したときには、スリープ状態から脱して、充電動作または放電動作を実行する。また、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４は、蓄電池１１に供給する充電電流および蓄電池１１から放電する放電電流の各電流値を蓄電池１１の最大電流値以下に制限する電流制限機能を有している。

[0030] 第３コンバータ７は、ＤＣ／ＤＣコンバータで構成されている（以下、ＤＣ／ＤＣコンバータ７ともいう）。また、ＤＣ／ＤＣコンバータ７は、本例では一例として、直流バス２から供給されるバス電圧Ｖｂｓを作動電圧として動作するが、この構成に代えて、不図示の専用電源を設けて、この専用電源から供給される作動電圧で動作する構成とすることもできる。また、ＤＣ／ＤＣコンバータ７は、動作状態において、このバス電圧Ｖｂｓを昇圧または降圧（電圧変換）することにより、各直流電源装置６のＢＭＵ１２およびコンタクタ１３と、電力管理装置９とで使用される動作用電圧Ｖｏｐを生成して出力する。

[0031] 電力管理装置９は、動作用電圧Ｖｏｐで動作するコンピュータで構成されて、制御部として機能する。この電力管理装置９は、各直流電源装置６に対する充放電制御処理、発電装置３（手動で動作制御される発電装置３ａを除く他の発電装置３。本例では、発電装置３ｂ）に対する発電制御処理、および第２コンバータ５に対する電力制御処理を実行する。また、電力管理装置９は、バス電圧Ｖｂｓを計測する電圧計測処理を実行する。この場合、電力管理装置９は、バス電圧Ｖｂｓを直接的に計測する構成を採用することもできるし、例えば、第１コンバータ４（パワーコンディショナ４ａ，４ｂのうちの少なくとも一方）が発電電力と共にバス電圧Ｖｂｓを計測して電力管理

装置９に出力する機能を有するようにして、電力管理装置９が第１コンバータ４を介してバス電圧Ｖｂｓを間接的に計測する構成を採用することもできる。

[0032] 次に、図１に示した直流給電システム１の動作について説明する。なお、理解の容易のため、各蓄電池１１については、それぞれの充電電圧Ｖｂａが使用電圧範囲にあるものとし、それぞれのＳＯＣは揃っていない状態にあるものとする。また、各コンタクタ１３は、当初、遮断状態にあるものとする。

[0033] この直流給電システム１では、発電装置３ａが動作状態のときには、発電装置３ａが交流電圧Ｖ１を出力している。これにより、パワーコンディショナ４ａが、交流電圧Ｖ１の供給を受けて動作して、この交流電圧Ｖ１をバス電圧Ｖｂｓに変換して直流バス２に供給する。また、パワーコンディショナ４ａは、発電装置３ａから直流バス２に供給されている発電電力Ｗ１を周期Ｔで計測して電力管理装置９に出力する。

[0034] また、発電装置３ｂが動作状態のときには、発電装置３ｂが直流電圧Ｖ２を出力している。これにより、パワーコンディショナ４ｂが、直流電圧Ｖ２の供給を受けて動作して、この直流電圧Ｖ２をバス電圧Ｖｂｓに変換して直流バス２に供給する。また、パワーコンディショナ４ｂは、発電装置３ｂから直流バス２に供給されている発電電力Ｗ２を周期Ｔで計測して電力管理装置９に出力する。

[0035] また、発電装置３ａや発電装置３ｂが動作状態にないとき、または発電装置３ｂが動作状態であっても、発電電力Ｗ２が十分でないとき（後述するように、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が予め規定された基準電力未満のとき）のように、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）を下回るときには、電力管理装置９は、後述するようにして双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して放電動作を実行させて、蓄電池１１を放電させることで、直流バス２のバス電圧Ｖｂｓを公称バス電圧を含む所定の電圧範囲内に維持させる。

[0036] この直流給電システム１では、通常状態において、このようにして所定の電圧範囲内に維持されているバス電圧Ｖｂｓの供給を受けているＤＣ／ＤＣコンバータ７が動作して、各直流電源装置６のＢＭＵ１２およびコンタクタ１３と、電力管理装置９とに動作用電圧Ｖｏｐを出力（供給）している。このため、通常状態において、各直流電源装置６のＢＭＵ１２およびコンタクタ１３と、電力管理装置９はそれぞれ動作状態にある。

[0037] したがって、各直流電源装置６_{1}～６_{n}のＢＭＵ１２_{1}～１２_{n}は、対応する蓄電池１１_{1}～１１_{n}についての充電電圧Ｖｂａ等を周期Ｔで計測すると共に、これらを計測する都度、電池情報として電力管理装置９に出力している。

[0038] また、電力管理装置９は、周期Ｔで電圧計測処理を実行してバス電圧Ｖｂｓを計測しつつ、充放電制御処理を実行している。

[0039] この充放電制御処理では、電力管理装置９は、発電装置３ａ側のパワーコンディショナ４ａからの新たな発電電力Ｗ１および発電装置３ｂ側のパワーコンディショナ４ｂからの新たな発電電力Ｗ２を取得する都度（周期Ｔで）、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）を算出する。

[0040] また、電力管理装置９は、この総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が予め規定された基準電力以上のときには、負荷機器７１への電力供給が可能と判別して、各ＤＣ／ＤＣコンバータ５ａ，５ｂに対して、対応する負荷機器７１ａ，７１ｂで使用される負荷電圧ＶＬａ，ＶＬｂとなるようにバス電圧Ｖｂｓを変換して出力させる制御を実行する。各ＤＣ／ＤＣコンバータ５ａ，５ｂは、対応する負荷機器７１ａ，７１ｂに負荷電圧ＶＬａ，ＶＬｂを出力しているときには、対応する負荷機器７１ａ，７１ｂに供給されている負荷電力ＷＬａ，ＷＬｂを計測して電力管理装置９に周期Ｔで出力する。電力管理装置９は、新たな負荷電力ＷＬａ，ＷＬｂを取得する都度、総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）を算出する。

[0041] 電力管理装置９は、算出した総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）と総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）とを比較して、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）を上回るときには、各直流電源装置６の蓄電池１１への充電

を実行すると判別し、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）を下回るときには、各直流電源装置６の蓄電池１１からの放電を実行すると判別する。

[0042] 電力管理装置９は、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）を上回る結果、各直流電源装置６の蓄電池１１への充電を実行すると判別したときには、各直流電源装置６のＢＭＵ１２から取得した電池情報に基づいて充電可能な蓄電池１１（充電電圧Ｖｂａが使用電圧範囲の上限値に達していない、言い換えれば、ＳＯＣ（電池残量）が１００％に達していない蓄電池１１）を有する直流電源装置６を特定すると共に、特定した直流電源装置６のＢＭＵ１２に対して連結指示を示すコンタクト制御情報を出力し、かつこの直流電源装置６の双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して第１電圧電流特性（図２参照）および充電指示を含む制御情報を出力する。つまり、電力管理装置９は、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）と総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）との差分電力（余剰電力）で、直流電源装置６の蓄電池１１を充電する充電動作を実行する。また、電力管理装置９は、この周期Ｔにおいて計測したバス電圧Ｖｂｓでこの周期Ｔにおける差分電力を除算することにより、この周期Ｔにおいて蓄電池１１の充電に使用可能な余剰電流の総量（つまり、充電電流の総量）を算出する。

[0043] この双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４への第１電圧電流特性（バス電圧Ｖｂｓの増加に伴い充電電流（以下では、充電電流Ｉｃともいう）を一次関数的に増加させる電圧電流特性）の決定処理について説明する。なお、理解の容易のため、特定した双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４が一例として双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1～14_3の３つであり、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1～14_3のSOC_1～SOC_3は、周期Ｔの開始時点において一例として、$SOC_1 > SOC_2 > SOC_3$（いずれも電池残量は１００％未満）となっているものとする。

[0044] この第１電圧電流特性は、充電電流Ｉｃの増加に伴い、バス電圧Ｖｂｓを一次関数的に増加させる電圧電流特性でもあることから、電力管理装置９は

、この決定処理では、まず、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$の第１電圧電流特性を、Ｖｂｓ＝ａ$_1$×Ｉｃ＋ｂ$_1$の一次関数式で表される電圧電流特性と規定し、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_2$の第１電圧電流特性を、Ｖｂｓ＝ａ$_2$×Ｉｃ＋ｂ$_2$の一次関数式で表される電圧電流特性と規定し、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_3$の第１電圧電流特性を、Ｖｂｓ＝ａ$_3$×Ｉｃ＋ｂ$_3$の一次関数式で表される電圧電流特性と規定する。また、各第１電圧電流特性を示す一次関数式の切片としての各ｂ$_1$，ｂ$_2$，ｂ$_3$は同一であり、本例では理解の容易のため、各ｂ$_1$，ｂ$_2$，ｂ$_3$はゼロであるものとする。したがって、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$，１４$_2$，１４$_3$の第１電圧電流特性はそれぞれ、Ｖｂｓ＝ａ$_1$×Ｉｃ，Ｖｂｓ＝ａ$_2$×Ｉｃ，Ｖｂｓ＝ａ$_3$×Ｉｃと表される。

[0045] 次いで、電力管理装置９は、算出した蓄電池１１の充電に使用可能な充電電流の総量と、蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$のそれぞれのＳＯＣ$_1$～ＳＯＣ$_3$に基づき、対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$，１４$_2$，１４$_3$の第１電圧電流特性を示す一次関数式の傾きとしての各ａ$_1$，ａ$_2$，ａ$_3$（充電動作では、正の係数）を決定する。

[0046] 具体的には、電力管理装置９は、各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$に対する充電によって各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$のＳＯＣ$_1$～ＳＯＣ$_3$を近づけるべく（揃うようにすべく）、ＳＯＣが他の蓄電池１１のＳＯＣよりも大きな蓄電池１１への充電電流Ｉｃは、この他の蓄電池１１への充電電流Ｉｃよりも小さくなるように、逆の見方をすれば、ＳＯＣが他の蓄電池１１のＳＯＣよりも小さな蓄電池１１への充電電流Ｉｃは、この他の蓄電池１１への充電電流Ｉｃよりも大きくなるように、各ａ$_1$，ａ$_2$，ａ$_3$を決定する。この具体例では、各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$のＳＯＣがＳＯＣ$_1$＞ＳＯＣ$_2$＞ＳＯＣ$_3$との関係にあることから、電力管理装置９は、図２に示すように、現在のバス電圧Ｖｂｓ（共通）での蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$への各充電電流Ｉｃ$_1$，Ｉｃ$_2$，Ｉｃ$_3$がＩｃ$_3$＞Ｉｃ$_2$＞Ｉｃ$_1$との関係になるように、かつ各充電電流Ｉｃ$_1$，Ｉｃ$_2$，Ｉｃ$_3$の総和が蓄電池１１の充電に使用可能な充電電流の上記の

総量と一致するように、各a_1，a_2，a_3を決定する。さらに、各傾きa_1～a_3と各SOC_1～SOC_3との関係について詳しく説明すると、電力管理装置９は、各a_1～a_3が各SOC_1～SOC_3に応じた値となるように、つまり、対応する蓄電池１１のＳＯＣが大きいほど、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して付与する第１電圧電流特性の傾きａが大きくなるように（この例では、SOC_1＞SOC_2＞SOC_3であるから、a_1＞a_2＞a_3となるように）、この傾きａを決定する。

[0047] したがって、このようにして決定された一次関数式（Ｖｂｓ＝a_1×Ｉｃ，Ｖｂｓ＝a_2×Ｉｃ，Ｖｂｓ＝a_3×Ｉｃ）で示される第１電圧電流特性がそれぞれ付与された各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3は、周期Ｔにおいて、付与された第１電圧電流特性と現在のバス電圧Ｖｂｓとで規定される大きさの充電電流Ic_1，Ic_2，Ic_3（Ic_3＞Ic_2＞Ic_1）で、対応する蓄電池11_1，11_2，11_3へ充電を実行する。この結果、この周期Ｔにおいて、大きなSOC_1の蓄電池11_1は、小さな充電電流Ic_1で充電され、SOC_1よりも小さなSOC_2の蓄電池11_2は、充電電流Ic_1よりも大きな充電電流Ic_2で充電され、SOC_2よりも小さなSOC_3の蓄電池11_3は、充電電流Ic_2よりも大きな充電電流Ic_3で充電される。つまり、各蓄電池11_1，11_2，11_3は、それぞれのSOC_1～SOC_3が近づくように（揃うように）充電される。

[0048] また、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3は、このような一次関数式（Ｖｂｓ＝a_1×Ｉｃ，Ｖｂｓ＝a_2×Ｉｃ，Ｖｂｓ＝a_3×Ｉｃ）で示される第１電圧電流特性がそれぞれ付与されることから、バス電圧Ｖｂｓが現在のバス電圧Ｖｂｓから上昇したときには、それぞれの充電電流Ic_1，Ic_2，Ic_3を第１電圧電流特性に従って増加させることで、バス電圧Ｖｂｓの上昇の度合いを抑制し、一方、バス電圧Ｖｂｓが現在のバス電圧Ｖｂｓから低下したときには、それぞれの充電電流Ic_1，Ic_2，Ic_3を第１電圧電流特性に従って減少させることで、バス電圧Ｖｂｓの低下の度合いを抑制する。つまり、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3は、付

与された第１電圧電流特性に基づいて充電動作することで、バス電圧Ｖｂｓの変動を抑制して（バス電圧Ｖｂｓを安定化させて）、バス電圧Ｖｂｓを所定の電圧範囲内に維持する。

[0049] 一方、電力管理装置９は、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）が総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）を下回る結果、各直流電源装置６の蓄電池１１からの放電を実行すると判別したときには、各直流電源装置６のＢＭＵ１２から取得した電池情報に基づいて放電可能な蓄電池１１（充電電圧Ｖｂａが使用電圧範囲の下限値に達していない蓄電池１１）を有する直流電源装置６を特定すると共に、特定した直流電源装置６のＢＭＵ１２に対して連結指示を示すコンタクト制御情報を出力し、かつこの直流電源装置６の双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して第２電圧電流特性（図３参照）および放電指示を含む制御情報を出力する。つまり、電力管理装置９は、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）と総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）との差分電力（不足電力）を、直流電源装置６の蓄電池１１を放電させて賄う放電動作を実行する。また、電力管理装置９は、この周期Ｔにおいて計測したバス電圧Ｖｂｓでこの周期Ｔにおける差分電力を除算することにより、この周期Ｔにおいて不足する不足電流の総量（つまり、蓄電池１１から放電させる放電電流の総量）を算出する。

[0050] この双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４への第２電圧電流特性（バス電圧Ｖｂｓの増加に伴い放電電流（以下では、放電電流Ｉｄともいう）を一次関数的に減少させる電圧電流特性）の決定処理について説明する。なお、理解の容易のため、特定した双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４が一例として双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1～14_3の３つであり、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1～14_3のSOC_1～SOC_3は、周期Ｔの開始時点において一例として、$SOC_1 > SOC_2 > SOC_3$（いずれも電池残量は１００％未満）となっているものとする。

[0051] この第２電圧電流特性は、放電電流Ｉｄの増加に伴い、バス電圧Ｖｂｓを一次関数的に減少させる電圧電流特性でもあることから、電力管理装置９は、この決定処理では、まず、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1の第２電圧電

流特性を、Ｖｂｓ＝ａ$_1$×Ｉｄ＋ｂ$_1$の一次関数式で表される電圧電流特性と規定し、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_2$の第２電圧電流特性を、Ｖｂｓ＝ａ$_2$×Ｉｄ＋ｂ$_2$の一次関数式で表される電圧電流特性と規定し、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_3$の第２電圧電流特性を、Ｖｂｓ＝ａ$_3$×Ｉｄ＋ｂ$_3$の一次関数式で表される電圧電流特性と規定する。また、各第２電圧電流特性を示す一次関数式の切片としての各ｂ$_1$，ｂ$_2$，ｂ$_3$は同一であり、公称バス電圧を含む所定の電圧範囲の上限値以上の予め規定された電圧ｂｒ（基準電圧）に規定されている。したがって、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$，１４$_2$，１４$_3$の第２電圧電流特性はそれぞれ、Ｖｂｓ＝ａ$_1$×Ｉｄ＋ｂｒ，Ｖｂｓ＝ａ$_2$×Ｉｄ＋ｂｒ，Ｖｂｓ＝ａ$_3$×Ｉｄ＋ｂｒと表される。

[0052] 次いで、電力管理装置９は、算出した蓄電池１１から放電させる放電電流の総量と、蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$のそれぞれのＳＯＣ$_1$～ＳＯＣ$_3$に基づき、対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$，１４$_2$，１４$_3$の第２電圧電流特性を示す一次関数式の傾きとしての各ａ$_1$，ａ$_2$，ａ$_3$（放電動作では、負の係数）を決定する。

[0053] 具体的には、電力管理装置９は、各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$を放電させることによって各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$のＳＯＣ$_1$～ＳＯＣ$_3$を近づけるべく（揃うようにすべく）、ＳＯＣが他の蓄電池１１のＳＯＣよりも大きな蓄電池１１からの放電電流Ｉｄは、この他の蓄電池１１からの放電電流Ｉｄよりも大きくなるように、逆の見方をすれば、ＳＯＣが他の蓄電池１１のＳＯＣよりも小さな蓄電池１１からの放電電流Ｉｄは、この他の蓄電池１１からの放電電流Ｉｄよりも小さくなるように、各ａ$_1$，ａ$_2$，ａ$_3$を決定する。この具体例では、各蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$のＳＯＣがＳＯＣ$_1$＞ＳＯＣ$_2$＞ＳＯＣ$_3$との関係にあることから、電力管理装置９は、図３に示すように、現在のバス電圧Ｖｂｓ（共通）での蓄電池１１$_1$，１１$_2$，１１$_3$からの各放電電流Ｉｄ$_1$，Ｉｄ$_2$，Ｉｄ$_3$がＩｄ$_1$＞Ｉｄ$_2$＞Ｉｄ$_3$との関係になるように、かつ各放電電流Ｉｄ$_1$，Ｉｄ$_2$，Ｉｄ$_3$の総和が蓄電池１１から放電させ得る放電電流の上記の総量と一致するように、各ａ$_1$，ａ$_2$，ａ$_3$を決定する。さらに、各

傾きa_1～a_3と各SOC_1～SOC_3との関係について詳しく説明すると、電力管理装置９は、各a_1～a_3が各SOC_1～SOC_3に応じた値となるように、つまり、対応する蓄電池１１のＳＯＣが大きいほど、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して付与する第２電圧電流特性の傾きａの絶対値が小さくなるように（この例では、SOC_1＞SOC_2＞SOC_3であり、各傾きａは負であることから傾きａの絶対値が｜a_1｜＜｜a_2｜＜｜a_3｜となるように）、この傾きａを決定する。

[0054] したがって、このようにして決定された一次関数式（Ｖｂｓ＝a_1×Ｉｄ＋ｂｒ，Ｖｂｓ＝a_2×Ｉｄ＋ｂｒ，Ｖｂｓ＝a_3×Ｉｄ＋ｂｒ）で示される第２電圧電流特性がそれぞれ付与された各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3は、周期Ｔにおいて、付与された第２電圧電流特性と現在のバス電圧Ｖｂｓとで規定される大きさの放電電流Id_1，Id_2，Id_3（Id_1＞Id_2＞Id_3）で、対応する蓄電池11_1，11_2，11_3からの放電を実行する。この結果、この周期Ｔにおいて、大きなSOC_1の蓄電池11_1は、大きな放電電流Id_1で放電され、SOC_1よりも小さなSOC_2の蓄電池11_2は、放電電流Id_1よりも小さな放電電流Id_2で放電され、SOC_2よりも小さなSOC_3の蓄電池11_3は、放電電流Id_2よりも小さな放電電流Id_3で放電される。つまり、各蓄電池11_1，11_2，11_3は、それぞれのSOC_1～SOC_3が近づくように（揃うように）放電される。

[0055] また、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3は、このような一次関数式（Ｖｂｓ＝a_1×Ｉｄ＋ｂｒ，Ｖｂｓ＝a_2×Ｉｄ＋ｂｒ，Ｖｂｓ＝a_3×Ｉｄ＋ｂｒ）で示される第２電圧電流特性がそれぞれ付与されることから、バス電圧Ｖｂｓが現在のバス電圧Ｖｂｓから上昇したときには、それぞれの放電電流Id_1，Id_2，Id_3を第２電圧電流特性に従って減少させることで、バス電圧Ｖｂｓの上昇の度合いを抑制し、一方、バス電圧Ｖｂｓが現在のバス電圧Ｖｂｓから低下したときには、それぞれの放電電流Id_1，Id_2，Id_3を第２電圧電流特性に従って増加させることで、バス電圧Ｖｂｓの低下の度合いを抑制する。つまり、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，

１４$_2$，１４$_3$は、付与された第２電圧電流特性に基づいて放電動作を実行することで、バス電圧Ｖｂｓの変動を抑制して（バス電圧Ｖｂｓを安定化させて）、バス電圧Ｖｂｓを所定の電圧範囲内に維持する。

[0056] このように、この直流給電システム１では、電力管理装置９が、周期Ｔで、総発電電力（Ｗ１＋Ｗ２）と総負荷電力（ＷＬａ＋ＷＬｂ）との差分電力に基づき、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して充電動作させるか、放電動作させるかを判別すると共に、充電動作させるときには、バス電圧Ｖｂｓの増加に伴い充電電流Ｉｃを一次関数的に増加させる第１電圧電流特性（図２参照）を、対応する蓄電池１１のＳＯＣ（電池残量）に応じた傾き（例えば、図２に示すａ$_1$～ａ$_3$）で各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して付与し、放電動作させるときには、バス電圧Ｖｂｓの増加に伴い充電電流Ｉｄを一次関数的に減少させる第２電圧電流特性（図３参照）を、対応する蓄電池１１のＳＯＣ（電池残量）に応じた傾き（例えば、図３に示すａ$_1$～ａ$_3$）で各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４に対して付与する。

[0057] したがって、この直流給電システム１によれば、充電動作においては、他の蓄電池１１よりも大きなＳＯＣの蓄電池１１は小さな充電電流Ｉｃで充電される（言い換えれば、他の蓄電池１１よりも小さなＳＯＣの蓄電池１１は大きな充電電流Ｉｃで充電される）ため、各蓄電池１１をそれぞれのＳＯＣが近づくように（揃うように）充電することができ、一方、放電動作においては、他の蓄電池１１よりも大きなＳＯＣの蓄電池１１は大きな放電電流Ｉｄで放電される（言い換えれば、他の蓄電池１１よりも小さなＳＯＣの蓄電池１１は小さな放電電流Ｉｄで放電される）ため、各蓄電池１１をそれぞれのＳＯＣが近づくように（揃うように）放電させることができる。これにより、この直流給電システム１によれば、各蓄電池１１に対する充放電が繰り返された際にも、各蓄電池１１の電池残量を近い状態（ほぼ揃った状態）に維持することができることから、蓄電池毎に充放電サイクル数に差が生じるという事態を回避することができる結果、各蓄電池１１の電池寿命にばらつきが生じるという事態の発生を大幅に低減することができる。

[0058] また、理解の容易のため、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４を充電動作させる際に付与する第１電圧電流特性を示す一次関数式の切片b_1，b_2，b_3を、図２に示すように、同一で、かつゼロと規定したが、これに限定されるものではなく、例えば、図４に示すように、少なくとも１つが他と異なる値であって、少なくとも１つがゼロ以外の値（同図ではその一例として、すべてが互いに異なり、かつゼロでない値）とする構成を採用することもできる。切片b_1，b_2，b_3が図４に示す構成であっても、図２の構成と同様にして、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3に付与する第１電圧電流特性を示す一次関数式の各傾きa_1～a_3を各蓄電池１１のＳＯＣのＳＯＣ$_1$＞ＳＯＣ$_2$＞ＳＯＣ$_3$との関係に対応させて、a_1＞a_2＞a_3との関係になるように決定することにより、バス電圧Ｖｂｓが公称バス電圧を含む所定の電圧範囲内のいずれの値であっても、最も大きなＳＯＣ$_1$の蓄電池11_1に対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1での充電電流Ｉｃ$_1$が最も小さく、次に大きなＳＯＣ$_2$の蓄電池11_2に対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_2での充電電流Ｉｃ$_2$が次に小さく、かつ最も小さなＳＯＣ$_3$の蓄電池11_3に対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_3での充電電流Ｉｃ$_3$が最も大きくなるものであればよい。

[0059] また、理解の容易のため、各双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４を放電動作させる際に付与する第２電圧電流特性を示す一次関数式の切片b_1，b_2，b_3を、図３に示すように、同一に規定したが、これに限定されるものではなく、例えば、図５に示すように、少なくとも１つが他と異なる値（同図ではその一例として、すべてが互いに異なる値）とする構成を採用することもできる。切片b_1，b_2，b_3が図５に示す構成であっても、図３の構成と同様にして、双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ14_1，14_2，14_3に付与する第２電圧電流特性を示す一次関数式の各傾きa_1～a_3を各蓄電池１１のＳＯＣのＳＯＣ$_1$＞ＳＯＣ$_2$＞ＳＯＣ$_3$との関係に対応させて、$|a_3|$＞$|a_2|$＞$|a_1|$との関係になるように決定することにより、バス電圧Ｖｂｓが公称バス電圧を含む所定の電圧範囲内のいずれの値であっても、最も大きなＳＯＣ$_1$の蓄電池

１１$_1$に対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_1$での放電電流Ｉｄ$_1$が最も大きく、次に大きなＳＯＣ$_2$の蓄電池１１$_2$に対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_2$での放電電流Ｉｄ$_2$が次に大きく、かつ最も小さなＳＯＣ$_3$の蓄電池１１$_3$に対応する双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ１４$_3$での放電電流Ｉｄ$_3$が最も小さくなるものであればよい。

産業上の利用可能性

[0060] 本願発明によれば、蓄電池の充放電サイクル数に差が生じる事態の発生に起因する電池寿命のばらつきを大幅に低減することができるため、本発明は、蓄電池を必須とする独立型の直流給電システムに広く適用することができる。

符号の説明

[0061]

１ 直流給電システム

２ 直流バス

３ａ，３ｂ 発電装置

４ａ，４ｂ 第１コンバータ

５ａ，５ｂ 第２コンバータ

９ 電力管理装置

１１$_1$～１１$_n$ 蓄電池

１４$_2$～１４$_n$ 双方向ＤＣ／ＤＣコンバータ

７１$_a$，７１$_b$ 負荷機器

Ｖｂｓ バス電圧

Ｗ１，Ｗ２ 発電電力

ＷＬａ，ＷＬｂ 負荷電力

請求の範囲

[請求項1] 直流給電の母線となる直流バスと、

発電装置と、

前記発電装置の発電電力を前記直流バスに供給する第１コンバータと、

前記直流バスに供給されている直流電圧を電圧変換して負荷機器に供給する第２コンバータと、

複数の蓄電池と、

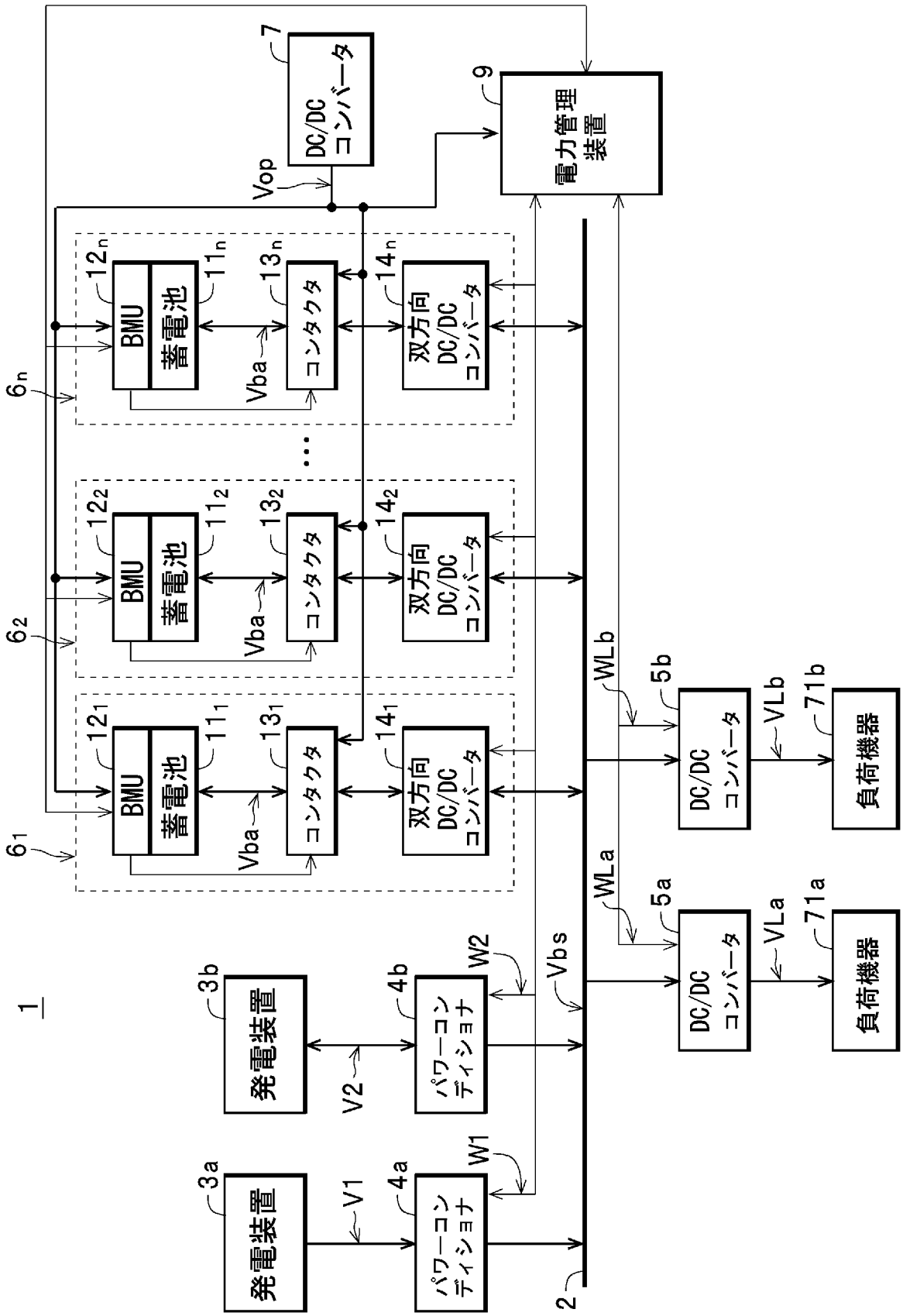
前記複数の蓄電池の各々と前記直流バスとの間に接続されて、当該直流バスに供給されている直流電圧と当該蓄電池の直流電圧とを双方向に電圧変換して、当該直流バスから当該蓄電池へ、または当該蓄電池から当該直流バスへ直流電流を供給する複数の双方向コンバータと、

前記発電装置での前記発電電力と前記第２コンバータから前記負荷機器に供給されている負荷電力とを比較して、当該発電電力が当該負荷電力を上回るときには、前記各双方向コンバータに対して前記直流電流を前記蓄電池へ供給させる充電動作を実行させ、当該発電電力が当該負荷電力を下回るときには、前記各双方向コンバータに対して前記直流電流を前記直流バスへ供給させる放電動作を実行させる制御部とを備えている独立型の直流給電システムであって、

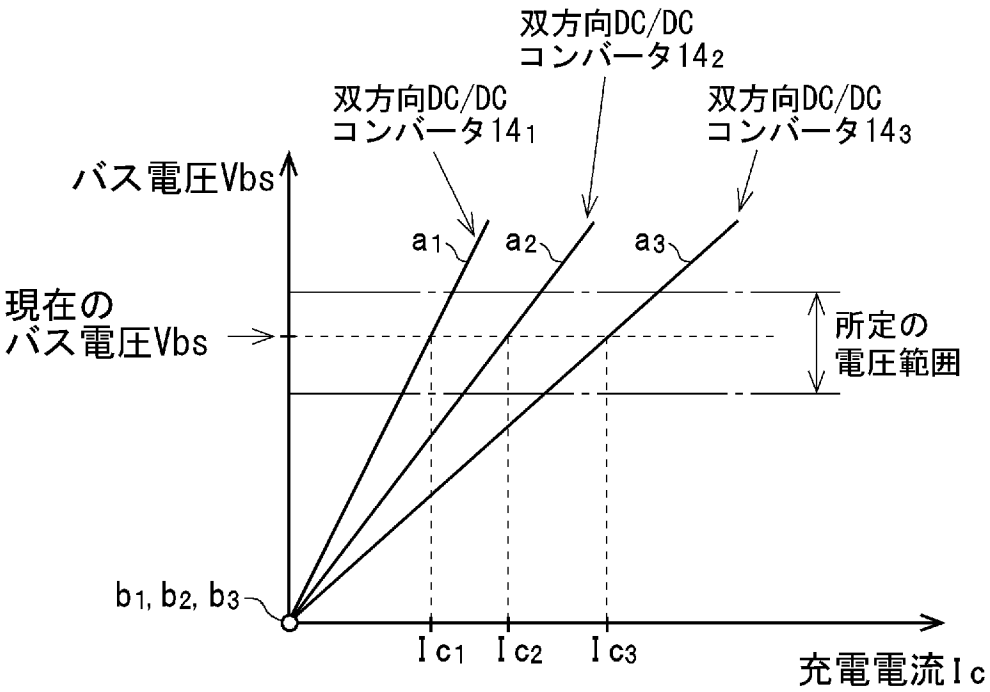
前記制御部は、前記充電動作を実行させる際には、前記直流バスに供給されている前記直流電圧の増加に伴い前記直流電流を一次関数的に増加させる第１電圧電流特性を、対応する前記蓄電池の電池残量に応じた傾きで前記各双方向コンバータに対して付与し、前記放電動作を実行させる際には、前記直流バスに供給されている前記直流電圧の増加に伴い前記直流電流を一次関数的に減少させる第２電圧電流特性を、対応する前記蓄電池の電池残量に応じた傾きで前記各双方向コンバータに対して付与する直流給電システム。

[請求項2] 前記制御部は、前記各双方向コンバータに対して、前記対応する蓄電池の前記電池残量が大きいほど前記傾きが大きくなる前記第１電圧電流特性を付与すると共に、前記対応する蓄電池の前記電池残量が大きいほど前記傾きの絶対値が小さくなる前記第２電圧電流特性を付与する請求項１記載の直流給電システム。

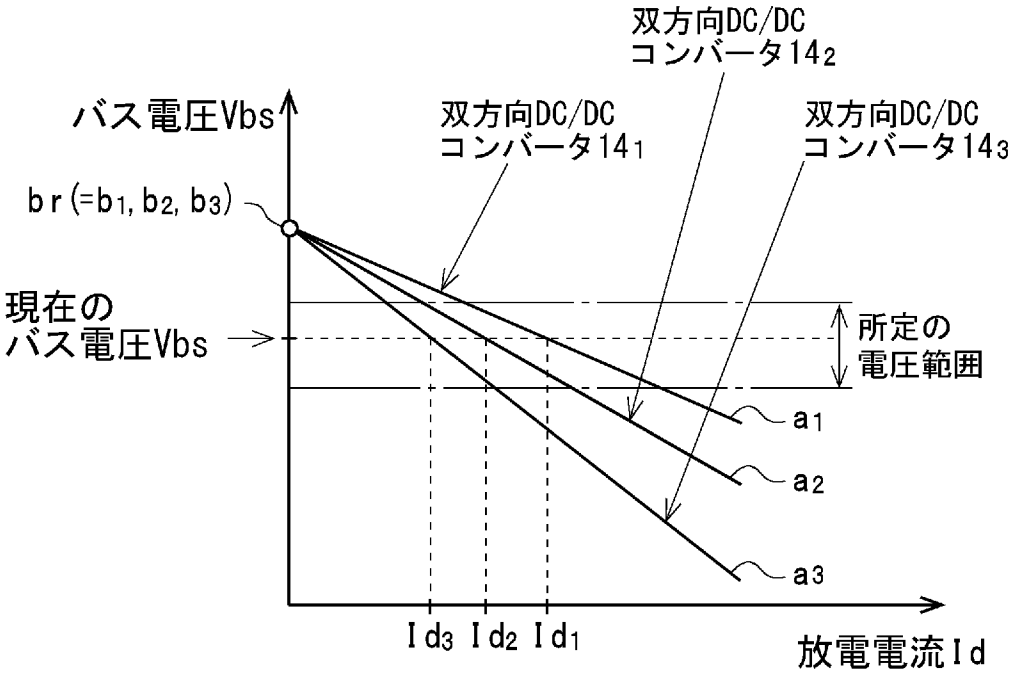
[図1]


1
2
3a
3b
4a
4b
5a
5b
6n
62
61
7
9
11n
112
111
12n
122
121
13n
132
131
14n
142
141
Vop
Vba
V1
V2
W1
W2
Vbs
WLa
WLb
VLa
VLb
71a
71b
発電装置
パワーコンディショナ
DC/DC コンバータ
電力管理装置
BMU
蓄電池
コンタクタ
双方向 DC/DC コンバータ
負荷機器

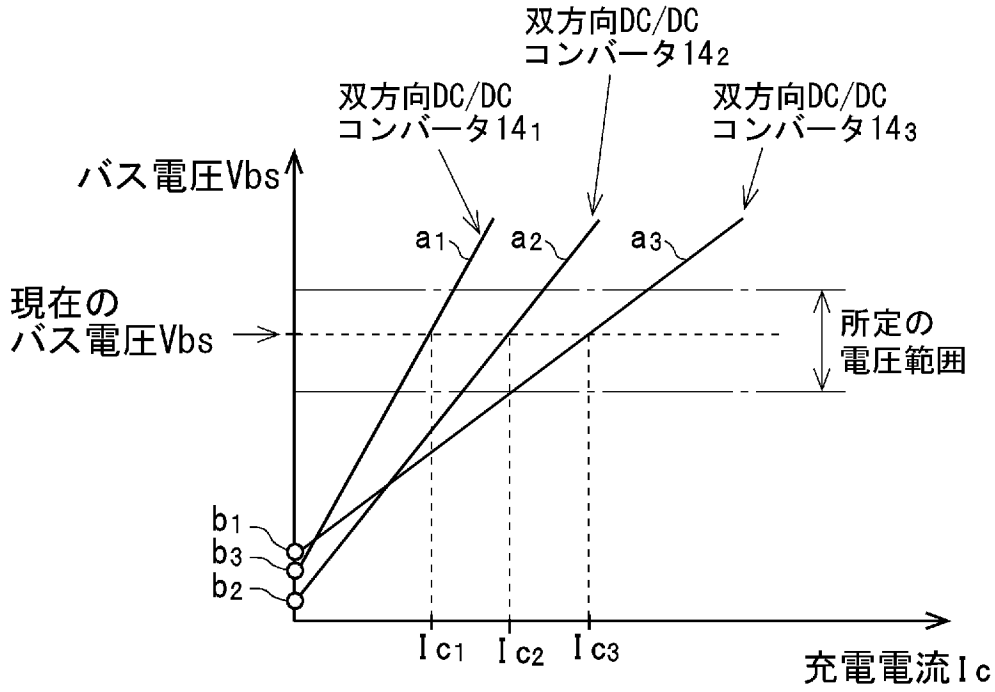
[図2]


双方向DC/DC
コンバータ14₂
双方向DC/DC
コンバータ14₁
双方向DC/DC
コンバータ14₃
バス電圧Vbs
a1
a2
a3
現在の
バス電圧Vbs
所定の
電圧範囲
b1, b2, b3
Ic1
Ic2
Ic3
充電電流Ic

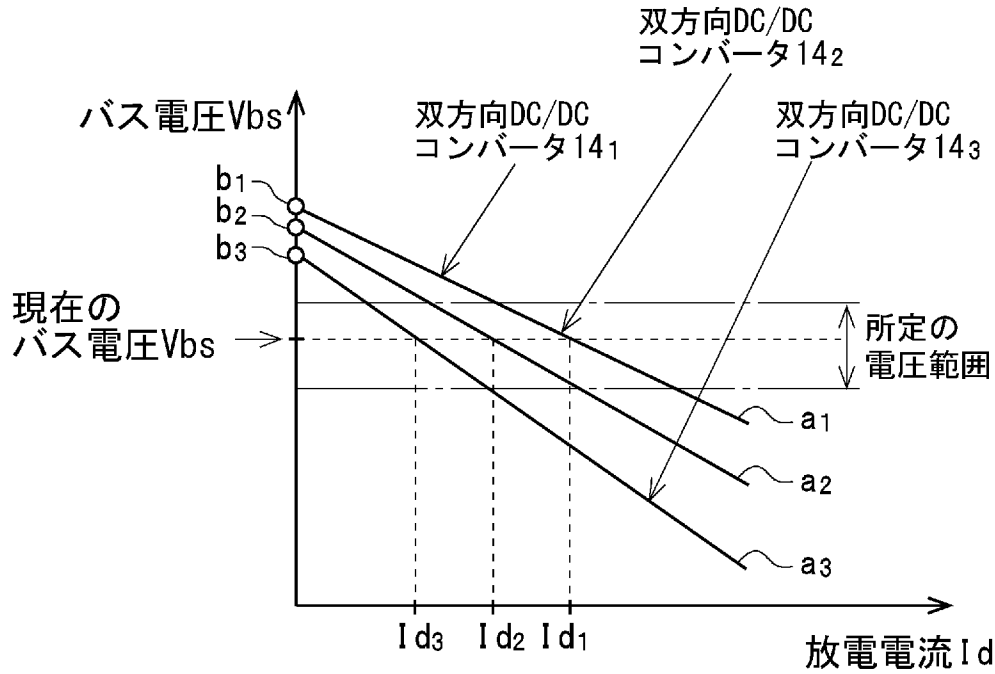
[図3]


双方向DC/DC
コンバータ14₂
バス電圧Vbs
双方向DC/DC
コンバータ14₁
双方向DC/DC
コンバータ14₃
br(=b1, b2, b3)
現在の
バス電圧Vbs
所定の
電圧範囲
a1
a2
a3
Id3
Id2
Id1
放電電流Id

[図4]


双方向DC/DC
コンバータ14₂
双方向DC/DC
コンバータ14₁
双方向DC/DC
コンバータ14₃
バス電圧Vbs
a1
a2
a3
現在の
バス電圧Vbs
所定の
電圧範囲
b1
b3
b2
Ic1
Ic2
Ic3
充電電流Ic

[図5]


双方向DC/DC
コンバータ14₂
バス電圧Vbs
双方向DC/DC
コンバータ14₁
双方向DC/DC
コンバータ14₃
b1
b2
b3
現在の
バス電圧Vbs
所定の
電圧範囲
a1
a2
a3
Id3
Id2
Id1
放電電流Id

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/001973

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H02J1/00(2006.01)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. H02J1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-207790 A (PANASONIC CORP.) 30 October 2014, paragraphs [0146]-[0160], fig. 20 & EP 2985857 A1, paragraphs [0151]-[0164], fig. 20 & AU 2014252126 A & NZ 713166 A	1, 2
A	WO 2016/170811 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.) 27 October 2016, paragraphs [0015]-[0027], [0051], [0052], fig. 1-4 & US 2017/0288410 A1, paragraphs [0024]-[0036], [0060], [0061], fig. 1-4 & CN 107041162 A	1, 2
A	JP 2005-224009 A (MY WAY GIKEN KK) 18 August 2005, paragraphs [0010]-[0016], fig. 3 (Family: none)	1, 2

☐ 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	Date of mailing of the international search report
08.02.2018	20.02.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００１９７３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02J1/00(2006.01)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.　H02J1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 2014-207790 A（パナソニック株式会社）2014.10.30，段落[０１４６]－[０１６０],第２０図 & EP 2985857 A1 段落[０１５１]－[０１６４]，第２０図 & AU 2014252126 A & NZ 713166 A	1,2
Ａ	WO 2016/170811 A1（株式会社村田製作所）2016.10.27，段落[００１５]－[００２７]，[００５１]－[００５２]，第１－４図 & US 2017/0288410 A1 段落[００２４]－[００３６]，[００６０]－[００６１]，第１－４図 & CN 107041162 A	1,2

☑　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	国際調査報告の発送日
０８．０２．２０１８	２０．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｔ　７８９１
角田　慎治
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

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
Ａ	JP 2005-224009 A（マイウェイ技研株式会社）2005.08.18，段落[００１０]－[００１６]，第３図（ファミリーなし）	1,2