

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5290349号
(P5290349)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 2 J 7/34 (2006.01)	HO 2 J 7/34	D
HO 2 J 7/35 (2006.01)	HO 2 J 7/34	B
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/35	A
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 2 J 7/00	P
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/44	P

請求項の数 15 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-91996 (P2011-91996)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成23年4月18日(2011.4.18)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-228027 (P2012-228027A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
(43) 公開日	平成24年11月15日(2012.11.15)	(74) 代理人	110000338
審査請求日	平成24年4月10日(2012.4.10)		特許業務法人原謙三国際特許事務所
		(72) 発明者	野崎 義明
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	藤田 敏之
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
			シャープ株式会社内
		審査官	早川 卓哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直流給電システムおよびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

接続される直流機器に直流給電を行う直流給電システムであって、
 上記直流給電の母線となる直流バスと、
 上記直流バスに直流電力を供給する直流電力供給手段と、
 上記直流バスとの間で充放電を行う蓄電手段と、
 上記直流バスと、上記直流機器と上記直流電力供給手段と上記蓄電手段とを含む上記直
 流バスに接続される機器のうちの少なくとも1つとの間に、受け渡しする直流電力の電圧
 変換を行う直流 - 直流変換手段とを備えており、
 上記蓄電手段として、第1の蓄電池であって、上記直流バスと上記第1の蓄電池との間
 に上記直流 - 直流変換手段としての第1のDC - DCコンバータが接続された上記第1の
 蓄電池が設けられており、
 上記直流バスと上記第1の蓄電池との間に上記第1のDC - DCコンバータと並列に接
 続されたスイッチ回路と、
 上記スイッチ回路の導通遮断制御を行う制御部とをさらに備えており、
上記制御部は、上記直流バスの電圧および上記第1の蓄電池の電圧を監視し、上記直流
バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが異なるときには上記スイッチ回路を遮断する一
方、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが上記直流バスの予め定められた母
線電圧範囲において上記母線電圧範囲の最小電圧よりも大きくかつ互いに等しい所定電圧
であるときに、上記スイッチ回路を導通させる制御を行い、

10

20

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、上記第1のDC-DCコンバータを含む予め指定された上記直流-直流変換手段の動作電源を停止する制御を行い、

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させている間に、上記直流バスの電圧が上記母線電圧範囲の最小電圧まで低下した場合には、上記スイッチ回路を遮断するとともに、上記第1のDC-DCコンバータの動作電源を投入して、上記直流電力供給手段から上記直流バスへの電力供給を行って上記第1の蓄電池を上記所定電圧まで充電する制御を行うことを特徴とする直流給電システム。

【請求項2】

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、予め指定された上記直流電力供給手段の動作を停止する制御を行うことを特徴とする請求項1に記載の直流給電システム。

【請求項3】

上記予め指定された上記直流電力供給手段として、交流配電網と上記直流バスとの間における交流-直流変換を行うAC-DCコンバータが含まれていることを特徴とする請求項2に記載の直流給電システム。

【請求項4】

上記所定電圧は上記母線電圧範囲の最大電圧であることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の直流給電システム。

【請求項5】

上記第1の蓄電池は着脱可能であり、上記制御部は、上記第1の蓄電池が装着されると、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されるように上記第1のDC-DCコンバータの動作を制御し、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されると上記直流バスの電圧を上記所定電圧に制御することを特徴とする請求項1から4までのいずれか1項に記載の直流給電システム。

【請求項6】

上記第1の蓄電池は車載用のバッテリーであることを特徴とする請求項5に記載の直流給電システム。

【請求項7】

上記バッテリーは電気自動車用のバッテリーであることを特徴とする請求項6に記載の直流給電システム。

【請求項8】

上記直流バスの母線電圧範囲は予め定められた上記直流機器の動作電圧範囲内にあり、上記直流バスと上記予め定められた上記直流機器とは上記直流-直流変換手段を介することなく接続されていることを特徴とする請求項1から7までのいずれか1項に記載の直流給電システム。

【請求項9】

上記直流電力供給手段として太陽光発電装置が含まれていることを特徴とする請求項1から8までのいずれか1項に記載の直流給電システム。

【請求項10】

上記太陽光発電装置と上記直流バスとの間に上記直流-直流変換手段が設けられていることを特徴とする請求項9に記載の直流給電システム。

【請求項11】

上記蓄電手段として、上記直流バスの母線電圧範囲よりも充電可能電圧の小さい第2の蓄電池が含まれていることを特徴とする請求項1から10までのいずれか1項に記載の直流給電システム。

【請求項12】

接続される直流機器に直流給電を行う直流給電システムであって、
上記直流給電の母線となる直流バスと、
上記直流バスに直流電力を供給する直流電力供給手段と、

10

20

30

40

50

上記直流バスとの間で充放電を行う蓄電手段と、

上記直流バスと、上記直流機器と上記直流電力供給手段と上記蓄電手段とを含む上記直流バスに接続される機器のうちの少なくとも1つとの間に、受け渡しする直流電力の電圧変換を行う直流 - 直流変換手段とを備えており、

上記蓄電手段として、第1の蓄電池であって、上記直流バスと上記第1の蓄電池との間に上記直流 - 直流変換手段としての第1のDC - DCコンバータが接続された上記第1の蓄電池が設けられており、

上記直流バスと上記第1の蓄電池との間に上記第1のDC - DCコンバータと並列に接続されたスイッチ回路と、

上記スイッチ回路の導通遮断制御を行う制御部とをさらに備えている直流給電システムの制御方法であって、

上記制御部は、上記直流バスの電圧および上記第1の蓄電池の電圧を監視し、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが異なるときには上記スイッチ回路を遮断する一方、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが上記直流バスの予め定められた母線電圧範囲において上記母線電圧範囲の最小電圧よりも大きくかつ互いに等しい所定電圧であるときに、上記スイッチ回路を導通させる制御を行い、

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、上記第1のDC - DCコンバータを含む予め指定された上記直流 - 直流変換手段の動作電源を停止する制御を行い、

上記制御部は、上記スイッチ回路が導通している間に、上記直流バスの電圧が上記母線電圧範囲の最小電圧まで降下した場合には、上記スイッチ回路を遮断するとともに、上記第1のDC - DCコンバータの動作電源を投入して、上記直流電力供給手段から上記直流バスへの電力供給を行って上記第1の蓄電池を上記所定電圧まで充電する制御を行うことを特徴とする直流給電システムの制御方法。

【請求項13】

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、予め指定された上記直流電力供給手段の動作を停止する制御を行うことを特徴とする請求項12に記載の直流給電システムの制御方法。

【請求項14】

上記所定電圧は上記母線電圧範囲の最大電圧であることを特徴とする請求項12または13に記載の直流給電システムの制御方法。

【請求項15】

上記第1の蓄電池は着脱可能であり、上記制御部は、上記第1の蓄電池が装着されると、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されるように上記第1のDC - DCコンバータの動作を制御し、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されると上記直流バスの電圧を上記所定電圧に制御することを特徴とする請求項12から14までのいずれか1項に記載の直流給電システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、家庭などの交流系統からは独立に制御可能な小規模エリアにおける直流給電システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

広域に及ぶ交流系統範囲でIT技術を駆使することにより電力需給制御を行おうとするスマートグリッドが世界中で推進されている。一方、これとは独立に、デジタル家電などの直流家電が普及した家庭内などの小規模エリアでは、当該エリア内での電力システムを最適化しようとするマイクログリッドが提唱され、その計画が商用レベルで推進されている。

【0003】

10

20

30

40

50

太陽光発電は、これまで交流系統に連系したり、家庭内の交流配電と接続される必要があったことから、発電直流出力をパワーコンディショナによって交流電力に変換する必要があった。また、掃除機、洗濯機、エアコンディショナ、冷蔵庫などのようにモータを用いる家電機器や一般照明器具には交流電力の供給が適していた。しかし、昨今、家電のデジタル化が進んだことや照明のLED化が進められていること、TV装置や音響機器など元々機器内で交流-直流変換を行うことにより稼動していた家電機器などがあることから、家庭内においては必ずしも交流配電が優れているとは限らなくなった。例えば、交流で給電される家電機器は、内蔵する電源回路によって交流を直流に変換するので、交流-直流変換に伴う電力損失が発生するとともに、整流回路などは本来不要な部品であった。また、パワーコンディショナはインバータによって直流-交流変換を行うので、直流電力で稼動する機器にとっては余分な設備であって、インバータ内の損失が太陽光発電出力の利用効率向上を妨げていた。

10

【0004】

そこで、交流系統から受ける商用の配電システムの他に、外部からの直流給電により稼動する直流家電が接続される直流給電システムを一般家庭などの小規模エリア内に敷設することが提唱された。直流配電網では、図5に示す直流給電システム101のように、エアコンディショナ、TV装置などの直流機器130が、交流-直流変換を伴うことなく直接に、あるいは図示しないDC-DCコンバータを介してDCバスBに接続される。DCバスBには、太陽光発電装置110（例えば出力電圧100V～380V）から直流-交流変換を伴うことなくDC-DCコンバータ120を介して直流電力が供給される。DCバスBの母線電圧は例えば380V～400Vの一定範囲の電圧に保持されるよう制御される。また、昨今開発が進んだりリチウムイオン電池などの蓄電池111が、DC-DCコンバータ121を介してDCバスBに接続可能に存在するようになったことで、余剰電力の蓄積が可能になり、直流給電システム101がますます現実的なものに押し上げられた。このように直流給電システムなどを導入することにより一般家庭内などの小規模エリア内における電力網の最適化を行う構想は前記マイクログリッドと呼ばれる。

20

【0005】

特許文献1には、直流給電路に蓄電池を備える場合の電力効率を改善した直流給電システムが説明されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】日本国特許公開公報「特開2008-048470号公報：2008年2月28日公開」

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の直流給電システム101においては、深夜にはほとんどの負荷が動作を停止し、実質的に待機電力のみを消費する状態となる。このときには、図5において、例えば蓄電池111がDCバスの漸次の電圧低下を補うように、貯蔵した電力をDC-DCコンバータ121を介してDCバスBに放電する。DC-DCコンバータ121は、蓄電池111の出力電圧（例えば30V～60V）をDCバスBの電圧にまで昇圧する。

40

【0008】

しかしながら、このように深夜でもDC-DCコンバータを動作させる必要があるため、待機負荷にDC-DCコンバータの電力消費分が加わった電力が深夜に消費される。DC-DCコンバータの電力消費は、主にスイッチング損失である。この結果、図6に示すように、朝から夜にかけていくつかのピーク負荷を経た後に、深夜にほぼ負荷休止状態となったはずのシステムにおいても、無視できないほどの電力W0が消費される。

【0009】

このように、直流配電システムには、負荷休止時間帯でも一定以上の電力が消費されて

50

、電力効率の向上が妨げられるという問題があった。

【0010】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、負荷休止時間帯の電力消費を抑制して高い電力効率を得ることのできる直流給電システムおよびその制御方法を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、
接続される直流機器に直流給電を行う直流給電システムであって、
上記直流給電の母線となる直流バスと、
上記直流バスに直流電力を供給する直流電力供給手段と、
上記直流バスとの間で充放電を行う蓄電手段と、
上記直流バスと、上記直流機器と上記直流電力供給手段と上記蓄電手段とを含む上記直流バスに接続される機器のうち少なくとも1つとの間に、受け渡しする直流電力の電圧変換を行う直流 - 直流変換手段とを備えており、

上記蓄電手段として、第1の蓄電池であって、上記直流バスと上記第1の蓄電池との間に上記直流 - 直流変換手段としての第1のDC - DCコンバータが接続された上記第1の蓄電池が設けられており、

上記直流バスと上記第1の蓄電池との間に上記第1のDC - DCコンバータと並列に接続されたスイッチ回路と、

上記スイッチ回路の導通遮断制御を行う制御部とをさらに備えていることを特徴としている。

【0012】

上記の発明によれば、制御部によってスイッチ回路を導通させれば、第1の蓄電池からスイッチ回路を介して直流バスに電力を供給することができる。従って、深夜などの負荷休止期間に、第1のDC - DCコンバータを含む直流 - 直流変換手段の動作電源を停止させることができる。従って、直流 - 直流変換手段の動作電源を停止させることで、消費電力の削減を行うことができる。

【0013】

以上により、負荷休止時間帯の電力消費を抑制して高い電力効率を得ることのできる直流給電システムを実現することができるという効果を奏する。

【0014】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記制御部は、上記直流バスの電圧および上記第1の蓄電池の電圧を監視し、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが異なるときには上記スイッチ回路を遮断する一方、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが上記直流バスの予め定められた母線電圧範囲において上記母線電圧範囲の最小電圧よりも大きくかつ互いに等しい所定電圧であるときに、上記スイッチ回路を導通させる制御を行い、

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、上記第1のDC - DCコンバータを含む予め指定された上記直流 - 直流変換手段の動作電源を停止する制御を行うことを特徴としている。

【0015】

上記の発明によれば、制御部によって、第1の蓄電池をスイッチ回路を介して安全に直流バスに接続してから、予め指定された直流 - 直流変換手段の動作電源を停止させることができるという効果を奏する。

【0016】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、予め指定された上記直流電力供給手段の動作を停止する制御を行うことを特徴としている。

【0017】

上記の発明によれば、予め指定された直流電力供給手段の動作を停止することにより、さらに消費電力を削減することができるという効果を奏する。

【0018】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記予め指定された上記直流電力供給手段として、交流配電網と上記直流バスとの間における交流 - 直流変換を行う AC - DC コンバータが含まれていることを特徴としている。

【0019】

上記の発明によれば、AC - DC コンバータの動作を停止させることにより、交流配電網からの電力供給を止めるとともに、AC - DC コンバータの消費電力を削減することができるという効果を奏する。

10

【0020】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記所定電圧は上記母線電圧範囲の最大電圧であることを特徴としている。

【0021】

上記の発明によれば、第1の蓄電池が最大電圧から直流バスに放電を行うので、長時間の電力供給が可能になるという効果を奏する。

【0022】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させている間に、上記直流バスの電圧が上記母線電圧範囲の最小電圧まで降下した場合には、上記スイッチ回路を遮断するとともに、上記第1のDC - DC コンバータの動作電源を投入して、上記直流電力供給手段から上記直流バスへの電力供給を行って上記第1の蓄電池を上記所定電圧まで充電する制御を行うことを特徴としている。

20

【0023】

上記の発明によれば、第1の蓄電池の電圧が最小電圧まで降下しても、再度所定電圧まで充電されて直流バスに電力が供給される。従って、必要最小限の消費電力で第1の蓄電池から直流バスへの放電を繰り返すことができるという効果を奏する。

【0024】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記第1の蓄電池は着脱可能であることを特徴としている。

30

【0025】

上記の発明によれば、第1の蓄電池を直流給電システムに使用しないときに、第1の蓄電池を他の用途に使用することができるという効果を奏する。

【0026】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記第1の蓄電池は着脱可能であり、上記制御部は、上記第1の蓄電池が装着されると、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されるように上記第1のDC - DC コンバータの動作を制御し、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されると上記直流バスの電圧を上記所定電圧に制御することを特徴としている。

40

【0027】

上記の発明によれば、着脱可能な第1の蓄電池を装着すると、第1の蓄電池から直流バスへの電力供給の処理が開始されるので直流給電システムの運転能率が高くなるという効果を奏する。

【0028】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、

上記第1の蓄電池は車載用のバッテリーであることを特徴としている。

【0029】

上記の発明によれば、車載用のバッテリーを、車両走行時以外にも使用することができ、利用効率が高くなるという効果を奏する。また、車載用のバッテリーの出力電圧が直流バス

50

の母線電圧に適合しやすいという効果を奏する。

【0030】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、
上記バッテリーは電気自動車用のバッテリーであることを特徴としている。

【0031】

上記の発明によれば、電気自動車用のバッテリーは高出力であって充放電特性が優れていることから直流給電システムに適合しやすいという効果を奏する。

【0032】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、
上記直流バスの母線電圧範囲は予め定められた上記直流機器の動作電圧範囲内にあり、
上記直流バスと上記予め定められた上記直流機器とは上記直流 - 直流変換手段を介することなく接続されていることを特徴としている。

10

【0033】

上記の発明によれば、直流機器を直流バスに直結して使用することができるので、直流給電システムを簡素に構成することができるという効果を奏する。

【0034】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、
上記直流電力供給手段として太陽光発電装置が含まれていることを特徴としている。

【0035】

上記の発明によれば、太陽光発電装置を、発電電力の利用効率をあまり低下させずに直流給電システムに好適に利用することができるという効果を奏する。

20

【0036】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、
上記太陽光発電装置と上記直流バスとの間に上記直流 - 直流変換手段が設けられていることを特徴としている。

【0037】

上記の発明によれば、太陽光発電装置の出力電圧が直流バスの母線電圧と等しくなくても、従来のような直流 - 交流変換が不要であるとともに、負荷休止期間には直流 - 直流変換手段の動作電源を停止することができるので、消費電力を極力抑制することができるという効果を奏する。

30

【0038】

本発明の直流給電システムは、上記課題を解決するために、
上記蓄電手段として、上記直流バスの母線電圧範囲よりも充電可能電圧の小さい第2の蓄電池が含まれていることを特徴としている。

【0039】

上記の発明によれば、第2の蓄電池は低電圧蓄電池であることから、一般家庭内や限られたスペースで用いる場合の安全性が高いという効果を奏する。

【0040】

本発明の直流給電システムの制御方法は、上記課題を解決するために、
請求項1に記載の直流給電システムの制御方法であって、
上記制御部は、上記直流バスの電圧および上記第1の蓄電池の電圧を監視し、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが異なるときには上記スイッチ回路を遮断する一方、上記直流バスの電圧と上記第1の蓄電池の電圧とが上記直流バスの予め定められた母線電圧範囲において上記母線電圧範囲の最小電圧よりも大きくかつ互いに等しい所定電圧であるときに、上記スイッチ回路を導通させる制御を行い、

40

上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、上記第1のDC - DCコンバータを含む予め指定された上記直流 - 直流変換手段の動作電源を停止する制御を行うことを特徴としている。

【0041】

上記の発明によれば、制御部によってスイッチ回路を導通させることにより、第1の蓄

50

電池からスイッチ回路を介して直流バスに電力を供給することができる。従って、深夜などの負荷休止期間に、第1のDC-DCコンバータを含む直流-直流変換手段の動作電源を停止させることができる。従って、直流-直流変換手段の動作電源を停止させることで、消費電力の削減を行うことができる。

【0042】

以上により、負荷休止時間帯の電力消費を抑制して高い電力効率を得ることのできる直流給電システムの制御方法を実現することができるという効果を奏する。

【0043】

また、制御部によって、第1の蓄電池をスイッチ回路を介して安全に直流バスに接続してから、予め指定された直流-直流変換手段の動作電源を停止させることができるという効果を奏する。

10

【0044】

本発明の直流給電システムの制御方法は、上記課題を解決するために、上記制御部は、上記スイッチ回路を導通させるように制御している間に、予め指定された上記直流電力供給手段の動作を停止する制御を行うことを特徴としている。

【0045】

上記の発明によれば、予め指定された直流電力供給手段の動作を停止することにより、さらに消費電力を削減することができるという効果を奏する。

【0046】

本発明の直流給電システムの制御方法は、上記課題を解決するために、上記所定電圧は上記母線電圧範囲の最大電圧であることを特徴としている。

20

【0047】

上記の発明によれば、第1の蓄電池が最大電圧から直流バスに放電を行うので、長時間の電力供給が可能になるという効果を奏する。

【0048】

本発明の直流給電システムの制御方法は、上記課題を解決するために、上記制御部は、上記スイッチ回路が導通している間に、上記直流バスの電圧が上記母線電圧範囲の最小電圧まで降下した場合には、上記スイッチ回路を遮断するとともに、上記第1のDC-DCコンバータの動作電源を投入して、上記直流電力供給手段から上記直流バスへの電力供給を行って上記第1の蓄電池を上記所定電圧まで充電する制御を行うことを特徴としている。

30

【0049】

上記の発明によれば、第1の蓄電池の電圧が最小電圧まで降下しても、再度所定電圧まで充電されて直流バスに電力が供給される。従って、必要最小限の消費電力で第1の蓄電池から直流バスへの放電を繰り返すことができるという効果を奏する。

【0050】

本発明の直流給電システムの制御方法は、上記課題を解決するために、上記第1の蓄電池は着脱可能であり、上記制御部は、上記第1の蓄電池が装着されると、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されるように上記第1のDC-DCコンバータの動作を制御し、上記第1の蓄電池が上記所定電圧まで充電されると上記直流バスの電圧を上記所定電圧に制御することを特徴としている。

40

【0051】

上記の発明によれば、着脱可能な第1の蓄電池を装着すると、第1の蓄電池から直流バスへの電力供給の処理が開始されるので直流給電システムの運転能率が高くなるという効果を奏する。

【発明の効果】

【0052】

本発明によれば、負荷休止時間帯の電力消費を抑制して高い電力効率を得ることのできる直流給電システムを実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 5 3 】

【図 1】本発明の実施形態を示すものであり、直流給電システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の実施形態を示すものであり、(a) は DC - DC コンバータの構成を示す回路ブロック図、(b) は (a) の DC - DC コンバータの制御信号の波形図である。

【図 3】本発明の実施形態を示すものであり、第 1 の蓄電池の電圧と直流バスへの接続状態との関係を説明する図である。

【図 4】本発明の実施形態を示すものであり、図 1 の直流給電システムにおける 1 日の電力使用量の変化を表す負荷曲線を示すグラフである。

【図 5】従来技術を示すものであり、直流給電システムの構成を示すブロック図である。

【図 6】従来技術を示すものであり、図 5 の直流給電システムにおける 1 日の電力使用量の変化を表す負荷曲線を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 4 】

本発明の実施形態について図 1 ないし図 4 を用いて説明すれば、以下の通りである。

【 0 0 5 5 】

図 1 に、本実施形態に係る直流給電システム 1 の構成を示す。

【 0 0 5 6 】

直流給電システム 1 は、接続される直流機器 3 0 に直流給電を行うものである。直流給電システム 1 は、一例として一般家庭内における配電システムとして示されている。当該直流給電システム 1 は、DC バス（直流バス）B、太陽光発電装置（直流電力供給手段：図中「ソーラー」と表記）1 0、蓄電池（蓄電手段、第 1 の蓄電池）1 1、蓄電池（蓄電手段、第 2 の蓄電池）1 2、スイッチ回路 1 3、制御器（制御部）1 4、DC - DC コンバータ（直流 - 直流変換手段）2 0・2 2、DC - DC コンバータ（直流 - 直流変換手段、第 1 の DC - DC コンバータ）2 1、および、AC - DC コンバータ（直流電力供給手段）2 3 を備えている。

【 0 0 5 7 】

直流機器 3 0 は、エアコンディショナや TV 装置などの直流電力で動作する、直流家電などの負荷機器である。ここでは、一例として、直流機器 3 0 が 3 6 0 V ~ 4 0 0 V の直流電圧で動作するものとする。当該直流機器 3 0 は、DC バス B に DC - DC コンバータを介することなく接続される。なお、直流機器 3 0 は、DC バス B に DC - DC コンバータを介することなく接続されていなくとも、電源スイッチなどのスイッチを介して DC バス B に接続されていてよい。

【 0 0 5 8 】

また、上記例以外に、(1) DC バス B に DC - DC コンバータを介して接続される他の直流機器が存在する、あるいは、(2) 直流機器として DC バス B に DC - DC コンバータを介して接続される直流機器のみが存在する、のいずれかであってもよい。(1) および (2) の場合には当該 DC - DC コンバータが直流給電システム 1 の構成要素に含まれる。

【 0 0 5 9 】

DC バス B は、直流給電システム 1 の母線として直流機器 3 0 に供給する電力を搬送する。ここでは、DC バス B に直結される直流機器 3 0 に電力を供給する目的があることから、DC バス B の母線電圧範囲は直流機器 3 0 の動作電圧範囲内、すなわちここでは直流 3 6 0 V ~ 4 0 0 V の電圧範囲内、に設定される。また、前記 (1) の場合には、DC バス B の母線電圧範囲は DC バス B に DC - DC コンバータを介することなく接続される直流機器 3 0 の動作電圧範囲に設定される。

【 0 0 6 0 】

太陽光発電装置 1 0 は、DC バス B に発電した直流電力を供給する。太陽光発電装置 1 0 は、セルアレイ数に応じた直流の出力電圧、例えば 1 0 0 V ~ 3 8 0 V を出力する。当該出力電圧は DC バス B への電力供給に際して直流 - 交流変換が行われる必要がない。従

10

20

30

40

50

って、当該出力電圧は、太陽光発電装置10とDCバスBとの間で受け渡しする直流電力の電圧変換を行うDC-DCコンバータ20によって、DCバスBの母線電圧に変換される。DC-DCコンバータ20は、ここでは太陽光発電装置10の出力電圧をDCバスBの母線電圧に昇圧する昇圧コンバータからなる。なお、DC-DCコンバータ20は、太陽光発電装置10の出力電圧をDCバスBの母線電圧に降圧する降圧コンバータからなっているとしてもよい。

【0061】

太陽光発電装置10が直流電力供給手段として設けられているので、発電電力の利用効率をあまり低下させずに直流給電システム1に好適に利用することができる。また、図示しないが、太陽光発電装置10が商用交流系統に連系されて、発電した電力の売電が行えるようになっていてもよい。直流電力供給手段として、太陽光発電装置10が必ずしも備えられている必要はない。AC-DCコンバータ23が、直流電力供給手段として、交流配電網40の交流電力を直流電力に変換してDCバスBに供給するようになっていてもよい。この交流配電網は、例えば商用交流系統から家屋内に引き込まれた単相3線による交流200Vの電源である。AC-DCコンバータ23として、ここではDCバスBの母線電圧が交流配電網40の交流電圧の整流電圧よりも大きいため昇圧型コンバータが用いられるが、DCバスBの母線電圧が交流配電網40の交流電圧の整流電圧よりも小さい場合には降圧型コンバータが用いられる。また、直流電力供給手段として、燃料電池などの化学燃料発電装置や、風力発電装置などの自然エネルギー発電装置（最終出力を直流とする）なども可能である。

【0062】

蓄電池11は、任意の2次電池で構成される。ここでは一例として、蓄電池11として、電気自動車(EV)に搭載されるリチウムイオン電池を想定する。電気自動車用のバッテリーは高出力であって充放電特性が優れていることから直流給電システム1に適合しやすい。その他に、例えば、一般車載用やオフィスビル・工場の電気設備として用いられる鉛蓄電池、ハイブリッド車などに搭載されるニッケルカドミウム電池およびニッケル水素電池、ナトリウム硫黄電池(NAS電池)などが蓄電池11として使用可能である。図1の蓄電池11は充電可能電圧範囲が例えば220V~400Vである。すなわち、蓄電池11の充電可能電圧範囲は、DCバスBの母線電圧範囲を含んでいる。蓄電池11は、蓄電池11とDCバスBとの間で受け渡しする直流電力の電圧変換を行うDC-DCコンバータ21を介してDCバスBとの間で充放電を行う。後述のように直流給電システム1にスイッチ回路13が設けられていることから、DC-DCコンバータ21は、ここではDCバスBの母線電圧を蓄電池11の電圧に昇圧する昇圧コンバータからなる。なお、DC-DCコンバータ21は、当該昇圧コンバータと、DCバスBの母線電圧を蓄電池11の電圧に降圧する降圧コンバータとが組み合わされた双方向DC-DCコンバータであってもよい。

【0063】

また、蓄電池11は直流給電システム1に対して着脱可能である。蓄電池11が電気自動車用のバッテリーである場合に、例えば、蓄電池11に充電ステーションであるいは家庭にある200Vまたは100Vの商用交流電源で充電された状態、あるいは、運転後の状態で、蓄電池11を車両に設けられた直流出力用コネクタを通して直流給電システム1に装着することが可能である。あるいは、蓄電池11を車両に対して着脱可能なバッテリーパックとして設けておき、当該バッテリーパックを直流給電システム1に装着するようにしてもよい。車両を駆動するための蓄電池11への充電に、直流給電システム1そのものを用いてもよい。その場合に、車両側に直流充電用のソケットが設けられていると有利である。蓄電池11がハイブリッド車用のバッテリーである場合に、車両走行中に充電された蓄電池11を直流給電システム1に装着することができる。この場合に、直流給電システム1によって充電された蓄電池11を車両走行用に用いることができる。このように、蓄電池11を直流給電システム1に使用しないときには、蓄電池11を他の用途に使用することができる。車載用のバッテリーを蓄電池11として使用する場合には、蓄電池11を車両走

10

20

30

40

50

行時以外にも使用することができ、利用効率が高くなる。また、車載用のバッテリーの出力電圧はDCバスBの母線電圧に適合しやすい。なお、蓄電池11を、車両用以外に、ポータブルの直流電源として任意の機器に使用可能なように適合させることができるのは、これら蓄電池11の出力電圧を直流12Vに変換する装置が一般に組み合わされることから明らかである。なお、蓄電池11は直流給電システム1に常時接続されて使用されてもよい。

【0064】

蓄電池12も蓄電池11と同様の2次電池で構成される。但し、蓄電池12の充電可能電圧は、DCバスBの母線電圧範囲の値よりも小さく、例えば30V～60Vの範囲にある。すなわち、充電可能電圧範囲で比較して、蓄電池11が高電圧蓄電池であるのに対して、蓄電池12は低電圧蓄電池である。蓄電池12は、蓄電池12とDCバスBとの間で受け渡しする電力の電圧変換を行うDC-DCコンバータ22を介してDCバスBとの間で充放電を行う。蓄電池12は低電圧蓄電池であることから、一般家庭内や限られたスペースで用いる場合の安全性が高い。DC-DCコンバータ22は、DCバスBから蓄電池12への充電を行うときに動作する降圧コンバータと、蓄電池12からDCバスBへの放電を行うときに動作する昇圧コンバータとが組み合わされた双方向DC-DCコンバータである。蓄電池12は直流給電システム1に常時接続されて使用されるが、蓄電池11と同様に直流給電システム1に対して着脱可能であってもよい。

10

【0065】

スイッチ回路13は、DCバスBと蓄電池11との間にDC-DCコンバータ21と並列に接続されている。スイッチ回路13は、例えば図1に示すように、保護ダイオード13bが並列に接続された電界効果トランジスタ13aを備えた構成である。スイッチ回路13として、サイリスタ、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)、電磁開閉器(マグネットスイッチ)など、他の任意のスイッチ素子を用いることができる。スイッチ回路13は、後述のようにあるタイミングで動作するのみであるので消費電力は一般に小さい。従って、スイッチ回路13は、交流駆動により動作するスイッチ素子でも構わない。

20

【0066】

制御器14は、スイッチ回路13の導通遮断制御を行う。制御器14は、DCバスBの電圧Vbおよび蓄電池11の電圧Vsを監視しており、検出した電圧Vbおよび電圧Vsの大きさに応じて、スイッチ回路13を導通させるか遮断させるかを指示する制御信号s1を出力する。当該制御信号s1は、スイッチ回路13が上記電界効果トランジスタ13aを備えている場合には、上記電界効果トランジスタ13aのゲート信号である。また、制御器14は、スイッチ回路13の導通遮断制御を行うときに、DC-DCコンバータ20・21・22、および、AC-DCコンバータ23の動作電源の投入遮断を制御する。制御器14は、当該動作電源の投入遮断を行うために、検出した電圧Vbおよび電圧Vsの大きさに応じて、DC-DCコンバータ20・21・22、および、AC-DCコンバータ23に、動作電源を投入するか遮断するかの指示を行う制御信号s2を出力する。

30

【0067】

スイッチ回路13および制御器14は、蓄電池11とDCバスBとを直結するか否かを制御する直結制御部15として、例えば1つの制御盤に収められていてもよい。

40

【0068】

次に、図2(a)に、前記DC-DCコンバータ20・21・22に用いられるDC-DCコンバータの基本構成を示す。当該DC-DCコンバータの基本構成は、コンバータ部201と制御部202とを備えている。

【0069】

コンバータ部201は、例えば、チョークコイル201a、スイッチングトランジスタ201b、および、スイッチングトランジスタ201cを備えている。コンバータ部201の活性ライン上に、チョークコイル201aを入力側としてチョークコイル201aとスイッチングトランジスタ201cとが直列に接続されている。スイッチングトランジスタ

50

タ 2 0 1 b は、チョークコイル 2 0 1 a とスイッチングトランジスタ 2 0 1 c との接続点と、コモンラインとの間に接続されている。

【 0 0 7 0 】

制御部 2 0 2 は、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b の制御端子であるゲート端子に、図 2 (b) で示される制御信号 X 1 を入力して、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b の導通遮断を制御する。また、制御部 2 0 2 は、スイッチングトランジスタ 2 0 1 c の制御端子であるゲート端子に、図 2 (b) で示される制御信号 X 2 を入力して、スイッチングトランジスタ 2 0 1 c の導通遮断を制御する。制御信号 X 1 ・ X 2 のそれぞれはアクティブレベル（ここでは H i g h ）と非アクティブレベル（ここでは L o w ）との 2 値電圧により構成されている。制御信号 X 1 のアクティブ期間と制御信号 X 2 のアクティブ期間とは互いに重ならない。

10

【 0 0 7 1 】

図 2 (a) の D C - D C コンバータに直流電圧が入力された状態で、制御信号 X 1 がアクティブレベルになるとともに制御信号 X 2 が非アクティブレベルになると、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b が導通状態になるとともにスイッチングトランジスタ 2 0 1 c が遮断状態となる。従って、チョークコイル 2 0 1 a とスイッチングトランジスタ 2 0 1 b とを通して電流が流れる。このとき、チョークコイル 2 0 1 a には、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b の導通期間の最後に流れる電流値によって決まる磁気エネルギーが蓄積される。この状態から、制御信号 X 1 が非アクティブレベルになるとともに、制御信号 X 2 がアクティブレベルになると、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b が遮断状態になるとともにスイッチングトランジスタ 2 0 1 c が導通状態となる。このとき、チョークコイル 2 0 1 a に蓄積されていた磁気エネルギーはスイッチングトランジスタ 2 0 1 c を通して流れる電流によって電気エネルギーとして放出され、図示しないキャパシタなどで平滑化された直流出力となる。

20

【 0 0 7 2 】

チョークコイル 2 0 1 a とスイッチングトランジスタ 2 0 1 b とを通して流れる電流は、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b の導通抵抗が小さい場合に、およそ、入力電圧とチョークコイル 2 0 1 a の自己インダクタンスとに依存する比例定数を有するように増大する。すなわち、チョークコイル 2 0 1 a に蓄積される磁気エネルギーの大きさは、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b の導通期間の長さに応じて変化する。従って、スイッチングトランジスタ 2 0 1 b の導通期間の長さ、スイッチングトランジスタ 2 0 1 c の導通期間の長さを調節することにより、D C - D C コンバータの出力電圧の大きさを制御することができる。これにより、図 2 (a) の基本構成は、昇圧コンバータとしても降圧コンバータとしても使用することができる。D C - D C コンバータ 2 0 ・ 2 1 は前記例では昇圧コンバータのみからなるので、図 2 (a) の基本構成を 1 つ備えていればよい。D C - D C コンバータ 2 2 は昇圧コンバータと降圧コンバータとからなるので、図 2 (a) の基本構成が 2 つ、互いに逆並列になるように組み合わせられた構成とすることができる。このとき、一方が昇圧コンバータまたは降圧コンバータとして動作するときには他方は動作を停止する。D C - D C コンバータ 2 1 においては、後述するように D C バス B の母線電圧と蓄電池 1 1 の電圧とが互いに等しい所定電圧になるとスイッチ回路 1 3 が導通状態にされて、D C バス B と蓄電池 1 1 とが互いに直結される。従って、D C バス B と蓄電池 1 1 とが上記所定電圧になる状態まで、D C - D C コンバータ 2 1 のスイッチングトランジスタ 2 0 1 b の導通期間の長さ、スイッチングトランジスタ 2 0 1 c の導通期間の長さが調節される。

30

40

【 0 0 7 3 】

次に、以上の構成の直流給電システム 1 の動作について説明する。

【 0 0 7 4 】

直流給電システム 1 では、朝から夜にかけて、日照時間に太陽光発電装置 1 から D C バス B に供給される電力および交流配電網 4 0 から D C バス B に供給される電力によって、直流機器 3 0 に直流電力が供給される。この間に、余剰電力があれば、通常は D C バス B

50

から蓄電池 1 2 への充電が行われ、逆に電力が不足すれば、蓄電池 1 2 から DC バス B への放電が行われる。このときの 1 日の電力使用量の変化の例を表す負荷曲線を図 4 に示す。蓄電池 1 1 は直流給電システム 1 に装着されていてもいなくてもよいが、一例として、朝から夜までは直流給電システム 1 から取り外されて車両走行に用いられ、夜から翌朝までの深夜に直流給電システム 1 に装着される場合を考える。

【 0 0 7 5 】

一般に、深夜には、負荷としての直流機器 3 0 は、待機動作を行う以外は動作を停止している。従って、深夜には、朝から夜までよりも消費電力が小さい。そこで、深夜には蓄電池 1 1 を直流給電システム 1 に装着した状態とし、DC バス B へは蓄電池 1 1 からの放電によって電力供給を行う。このときに、スイッチ回路 1 3 を導通状態に制御するとともに、DC - DC コンバータ 2 0 ・ 2 1 ・ 2 2 および AC - DC コンバータ 2 3 の動作電源を停止する。

10

【 0 0 7 6 】

具体的な手順としては、次のようなステップを順次行うことが挙げられる。

【 0 0 7 7 】

(ステップ 1)

蓄電池 1 1 が直流給電システム 1 に装着されると、制御器 1 4 は図 1 に図示しない装着検知信号を受け取り、DC - DC コンバータ 2 1 に制御信号 X 1 ・ X 2 の設定を行って蓄電池 1 1 の充電を行わせる制御を行う。着脱可能な蓄電池 1 1 を装着すると、蓄電池 1 1 から後述する DC バス B への電力供給の処理が開始されるので、直流給電システム 1 の運 20
転能率が高くなる。蓄電池 1 1 が直流給電システム 1 に装着されたことを検知する代わりに、ユーザが、所定の入力やボタンの押下などを行って、DC - DC コンバータ 2 1 に制御信号 X 1 ・ X 2 の設定を行って蓄電池 1 1 の充電を行わせる指示を行ってもよい。これは、制御部 1 4 が備えられた制御盤などに組み込まれた制御パネルなどで実現可能である。すなわち、制御部 1 4 は、ステップ 1 からステップ 7 の処理を行う制御モードを有している。

20

【 0 0 7 8 】

(ステップ 2)

制御器 1 4 は、電圧 V_s が DC バス B の母線電圧範囲の最大電圧である 4 0 0 V に達するまで蓄電池 1 1 を充電する。この場合には、蓄電池 1 1 が後述のように最大電圧から DC バス B に放電を行うので、長時間の電力供給が可能になる。なお、充電終点電圧は当該 30
最大電圧に限ることなく、DC バス B の予め定められた母線電圧範囲である 3 6 0 V ~ 4 0 0 V において、当該母線電圧範囲の最小電圧 3 6 0 V よりも大きい所定電圧であってもよい。その場合には、ステップ 3 以降の最大電圧を所定電圧に読み替えるものとする。

30

【 0 0 7 9 】

(ステップ 3)

電圧 V_s が上記最大電圧に達して蓄電池 1 1 への充電が完了すると、制御器 1 4 は、DC バス B の電圧 V_b が当該最大電圧よりも低ければ、DC - DC コンバータ 2 2 あるいは AC - DC コンバータ 2 3 に制御信号 X 1 ・ X 2 の設定を行って電圧 V_b が当該最大電圧になるように制御する。なお、蓄電池 1 1 を装着する時間帯が日照時間帯であれば、制御 40
器 1 4 は、DC - DC コンバータ 2 0 に制御信号 X 1 ・ X 2 の設定を行って電圧 V_b が当該最大電圧になるように制御してもよい。充電の完了は、リチウムイオン電池に例えば定電流定電圧充電を行う場合に、定電流充電の後の定電圧充電において充電電流が非常に小さくなったことや定電流定電圧充電時間で判定することができる。このような充電の完了は、各種蓄電池に適用されている公知の方法で適宜判定することが可能である。ステップ 1 からステップ 3 までの蓄電池 1 1 の電圧変化は図 3 の曲線 c の時刻 t_1 までの部分に示されている。

40

【 0 0 8 0 】

(ステップ 4)

制御器 1 4 は、電圧 V_b と電圧 V_s とを比較し、両者が等しいならば、制御信号 s_1 に

50

よってスイッチ回路13を導通状態に制御する。ステップ3によれば、制御器14によって、蓄電池11をスイッチ回路13を介して安全にDCバスBに接続することができる。この状態は、図3の曲線cの時刻t1の部分に相当する。

【0081】

(ステップ5)

制御部14は、スイッチ回路13を導通させるように制御している間に、制御信号s2によって、DC-DCコンバータ20・21・22およびAC-DCコンバータ23の動作電源を停止する制御を行う。直流電力供給手段としてはAC-DCコンバータ23の動作を停止させることになるが、前述したその他の直流電力供給手段を用いている場合には、その動作を停止させる。なお、動作電源を停止するDC-DCコンバータは、設けられている全てのDC-DCコンバータに限ることはなく、一部のDC-DCコンバータであってもよく、予め指定されたDC-DCコンバータの動作電源が停止されればよい。但し、スイッチ回路13が導通しているため、DC-DCコンバータ21の動作電源は必ず停止する。動作を停止する直流電力供給手段についても、予め指定された直流電力供給手段の動作を停止すればよい。

10

【0082】

(ステップ6)

制御部14は、スイッチ回路13を導通させている間に、電圧Vbが上記母線電圧範囲の最小電圧360Vまで降下した場合には、制御信号s1によってスイッチ回路13を遮断して蓄電池11をDCバスBから切り離す。この状態は、図3の曲線cの時刻t2の部分に相当する。そして、制御部14は、制御信号s2によってDC-DCコンバータ21の動作電源を投入するとともにDC-DCコンバータ20・22およびAC-DCコンバータ23を含む直流電力供給手段のうちの予め指定されたものの動作電源を投入する制御を行う。このようにして、制御部14は、直流電力供給手段からDCバスBへの電力供給を行って蓄電池11を充電する制御を行う。この状態は、図3の曲線cの時刻t2以降の部分に相当する。

20

【0083】

(ステップ7)

制御部14は、再び、蓄電池11を上記最大電圧まで充電する制御を行い、ステップ3に戻る。ステップ6および7により、蓄電池11の電圧が最小電圧まで降下しても、再度最大電圧まで充電されてDCバスBに電力が供給される。従って、必要最小限の消費電力で蓄電池11からDCバスBへの放電を繰り返すことができる。

30

【0084】

以上の手順により、直流給電システム1は、深夜において予め指定されたDC-DCコンバータの動作電源が停止される、あるいはさらに予め指定された直流電力供給手段の動作が停止されることで、従来よりも深夜の消費電力が削減される。直流給電システム1には、太陽光発電装置10とDCバスBとの間にDC-DCコンバータ20が設けられているが、太陽光発電装置10の出力電圧がDCバスBの母線電圧と等しくなくても、従来のような直流-交流変換が不要であるし、負荷休止期間にはDC-DCコンバータ20の動作電源を停止することができるので、消費電力を極力抑制することができる。AC-DCコンバータの動作を停止させる場合には、交流配電網からの電力供給を止めるとともに、AC-DCコンバータの消費電力を削減することができる。

40

【0085】

これにより、図4に示すように、深夜には消費電力がW1となり、図6の消費電力W0よりも小さくなる。負荷休止時間帯が深夜以外である場合には、その時間帯で上記ステップ1~7を実行することにより消費電力が削減されることはもちろんである。

【0086】

これにより、負荷休止時間帯の電力消費を抑制して高い電力効率を得ることのできる直流給電システムおよびその制御方法を実現することができる。

【0087】

50

以上、直流給電システム1について説明した。なお、直流給電システム1は、一般家庭内に限らず、オフィスビルや工場などの事業所内でも有効に機能する。

【産業上の利用可能性】

【0088】

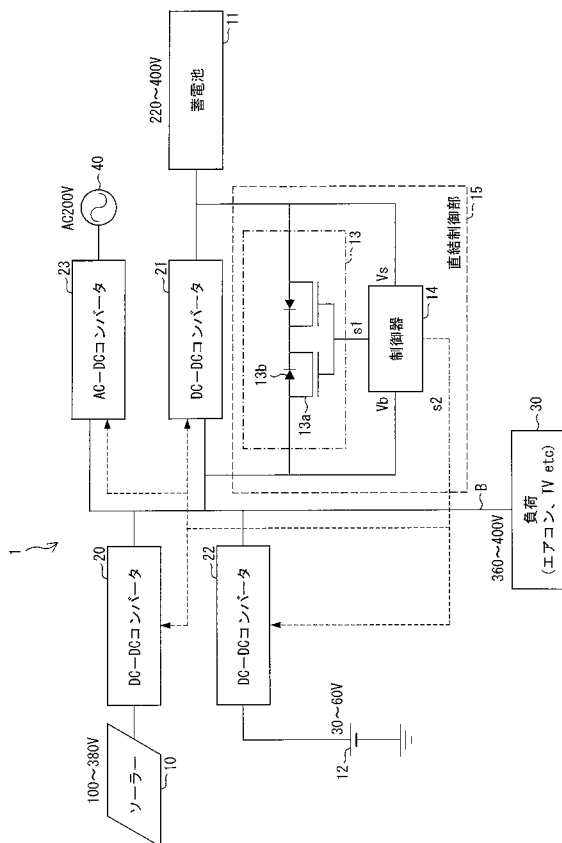
本発明は、マイクログリッドに好適に使用することができる。

【符号の説明】

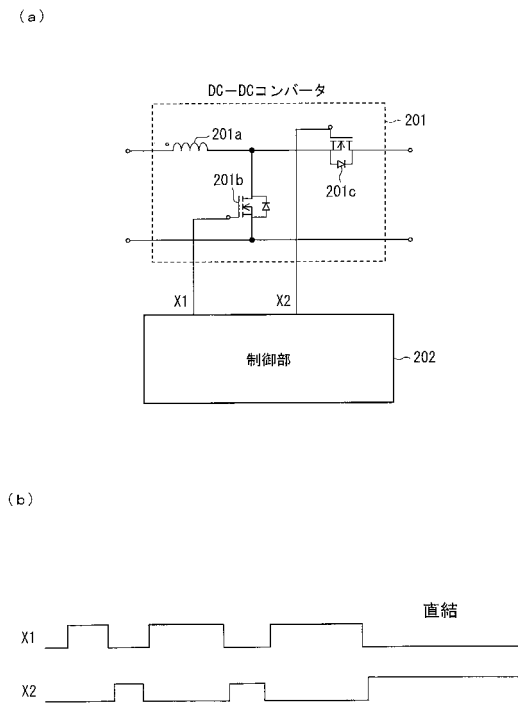
【0089】

- 1 直流給電システム
- 10 太陽光発電装置（直流電力供給手段）
- 11 蓄電池（蓄電手段、第1の蓄電池）
- 12 蓄電池（蓄電手段、第2の蓄電池）
- 13 スイッチ回路
- 14 制御器（制御部）
- 20、22 DC-DCコンバータ（直流-直流変換手段）
- 21 DC-DCコンバータ（直流-直流変換手段、第1のDC-DCコンバータ）
- 23 AC-DCコンバータ（直流電力供給手段）
- 30 直流機器
- 40 交流配電網
- B DCバス（直流バス）
- Vb 電圧（母線電圧）
- Vc 電圧

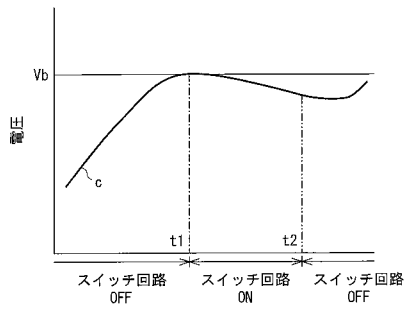
【図1】



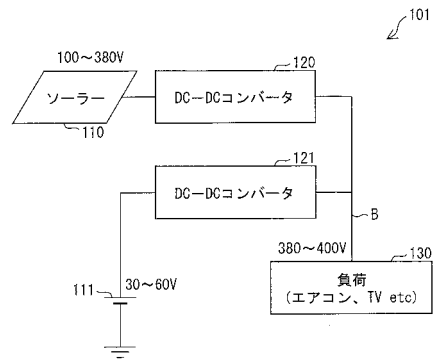
【図2】



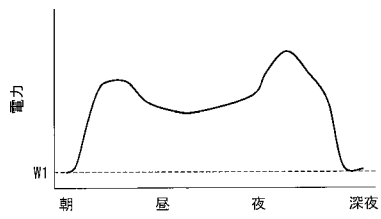
【図3】



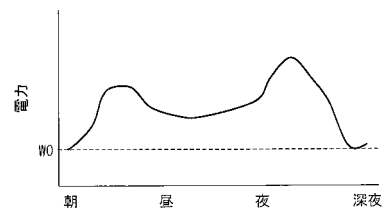
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 10/48 P

(56)参考文献 特開2003-339118(JP,A)
特開2007-236064(JP,A)
特開2001-008380(JP,A)
特開2002-315193(JP,A)
特開2008-042999(JP,A)
特開平09-191565(JP,A)
特開2008-035573(JP,A)
特開2009-159655(JP,A)
特開2009-159730(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 1 / 0 0 - 1 / 1 6
H 0 2 J 3 / 0 0 - 5 / 0 0
H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2
H 0 2 J 7 / 3 4 - 7 / 3 6
H 0 2 J 9 / 0 0 - 1 1 / 0 0
H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 4 8