

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直流を充放電可能な蓄電デバイスと、
再生可能エネルギーを利用して直流電力を発電する発電装置と、
前記蓄電デバイスに接続され、前記蓄電デバイスから放電された直流を昇圧する機能を有する第一直流側変換装置と、
前記発電装置に接続され、前記発電装置にて発電された直流を昇圧する機能を有する第二直流側変換装置と、
前記第一直流側変換装置と前記第二直流側変換装置とを並列接続する接続器と、
前記接続器から出力される直流を交流に変換するとともに、変換された交流が交流系統に連系されるように構成される交流側変換装置と、
前記第一直流側変換装置、前記第二直流側変換装置、及び前記交流側変換装置を制御する制御装置と、を備えた系統連系システムであって、
前記第一直流側変換装置が、
前記蓄電デバイスから放電された直流を昇圧し、昇圧した直流を前記接続器に出力する絶縁型昇圧コンバータ部と、
前記蓄電デバイスと前記絶縁型昇圧コンバータ部との間に設けられ、開閉することによって、前記蓄電デバイスから前記絶縁型昇圧コンバータ部への電力の供給が可能な供給状態と、前記蓄電デバイスから前記絶縁型昇圧コンバータ部への電力の供給が不能な遮断状態とを、切換可能な開閉器と、
前記蓄電デバイスと前記接続器との間に設けられ、前記接続器から入力される直流を降圧し、降圧した直流を前記蓄電デバイスに出力する非絶縁型降圧コンバータ部と、
を備え、
前記制御装置は、前記蓄電デバイスが放電する際には前記開閉器が閉じ、蓄電デバイスが充電される際には前記開閉器が開くように、前記開閉器を制御する、系統連系システム。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の系統連系システムにおいて、
前記絶縁型昇圧コンバータ部は、
前記蓄電デバイスから放電された直流を交流に変換する内部変換器と、
前記内部変換器にて変換された交流を昇圧する変圧器と、
前記変圧器に接続された共振回路と、
前記共振回路から出力された交流を直流に変換し、変換した直流を前記接続器に出力する整流回路と、を備え、
前記制御装置は、前記内部変換器により変換された交流の周波数が前記共振回路の共振周波数に一致するように、前記内部変換器を制御する、系統連系システム。

30

【請求項 3】

請求項 2 に記載の系統連系システムにおいて、
前記制御装置は、前記絶縁型昇圧コンバータ部の出力が一定になるように、前記絶縁型昇圧コンバータ部に備えられる前記内部変換器を制御する、系統連系システム。

40

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の系統連系システムにおいて、
前記非絶縁型降圧コンバータ部は、
前記接続器に接続されたスイッチング素子と、前記蓄電デバイスと前記スイッチング素子との間に設けられたコイルとを備え、
前記制御装置は、前記発電装置の余剰電力を前記蓄電デバイスに充電する際に、前記蓄電デバイスが前記交流系統からの電力を充電しないように、前記余剰電力の大きさに応じて前記スイッチング素子を制御する、系統連系システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、系統連系システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、太陽電池発電装置、風力発電機等の、再生可能エネルギーを利用した発電装置、燃料電池発電装置等の化学反応を利用した発電装置、或いは、ガスタービン発電装置、ガスエンジン発電装置等の、化石燃料を利用した発電装置、を、商用電源系統等の交流系統に連系した系統連系システムが提案されている。さらに、上記の発電装置に加え、蓄電池等の充放電可能な蓄電デバイスをも、交流系統に連系した系統連系システムも提案されている。

10

【0003】

発電装置及び蓄電デバイスを備える系統連系システムは、例えば、昼間に太陽電池発電装置等により発電された電力の余剰分（余剰電力）を蓄電デバイスに充電することができる。そして、充電した電力を夜間に放電して家庭内の電力負荷を作動させることによって、太陽電池発電装置等により発電された余剰電力を有効利用することができる。また、電気料金の安い深夜電力を蓄電デバイスに充電することもできる。そして、充電した深夜電力を昼間に放電して家庭内の電力負荷を作動させることにより、発生する電気料金を下げることができる。

【0004】

各種の発電装置及び蓄電デバイスを商用電源系統等の交流系統に連系するために、パワーコンディショナと呼ばれる系統連系装置が必要とされる。系統連系装置によって、各種の発電装置及び蓄電デバイスからの直流が、昇圧或いは降圧されるとともに、交流系統の交流と同じ周波数の交流に変換される。こうして変換された交流が、交流系統に接続される。特許文献1は、系統連系装置に利用可能な双方向コンバータを開示する。

20

【0005】

通常では、各発電装置及び蓄電デバイスの各々に一対一に対応するように、複数の系統連系装置が、系統連系システム内に備えられる。複数の系統連系装置が系統連系システム内に備えられている場合、系統連系システムの構成が複雑化するとともに、系統連系システムを構築するためのインシャルコストが増大する。そこで、特許文献2は、複数の系統連系装置にそれぞれ備えられていたインバータ（交流側変換装置）を共通化した系統連系システムを開示する。これによれば、複数の発電装置及び蓄電デバイスからの直流が並列接続され、並列接続された直流が、共通のインバータによって交流に変換される。インバータが共通化されることによって、系統連系システムの構成部品を削減することができる。その結果、系統連系システムが単純化されるとともに、構成部品の削減によって、系統連系システムを構築するためのインシャルコストを低減することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-110666号公報

【特許文献2】特許第3950706号明細書

40

【発明の概要】

【0007】

（発明が解決しようとする課題）

系統連系システムを効率的に運用するために、EMS（エネルギーマネジメントシステム）が、用いられる。特に、一般家庭用の系統連系システムに用いられるEMSは、HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）と呼ばれる。HEMSが、各発電装置、蓄電デバイス、および系統連系装置を制御することにより、系統連系システムの効率的な運用が実現される。

【0008】

しかし、いくらHEMSが効率的な運用を実現したとしても、系統連系システムを構成

50

する各機器を作動させることによるエネルギー損失が大きい場合、システム全体としてのエネルギー効率が低下する。例えば、発電装置及び蓄電デバイスからの直流を昇圧或いは降圧する際に、エネルギー損失が発生する。また、蓄電デバイスに電力を充電する際にも、エネルギー損失が発生する。また、昇圧或いは降圧された直流を交流に変換する際に、変換効率に起因したエネルギー損失が発生する。エネルギー損失が発生すると、その分だけエネルギー効率が低下する。また、系統連系装置の制御のための電気エネルギー、蓄電デバイスの保護のため電気エネルギー、蓄電デバイスの充放電のための電気エネルギー等の、制御電源が、系統連系システムに必要である。この制御電源を発電装置及び蓄電デバイスからの電気エネルギーにより賄う場合、その分だけ、電力負荷に消費させるためのエネルギーの比率が低下し、これに起因してエネルギー効率が低下する。従って、系統連系システムのエネルギー効率を向上させるためには、システム内部の機器でのエネルギー効率を向上させる必要がある。

10

【0009】

本発明は、エネルギー効率の高い系統連系システムを提供することを目的とする。

【0010】

(課題を解決するための手段)

本発明は、直流を充放電可能な蓄電デバイス(1A)と、再生可能エネルギーを利用して直流電力を発電する発電装置(1B)と、蓄電デバイスに接続され、蓄電デバイスから放電された直流を昇圧する機能を有する第一直流側変換装置(4)と、発電装置に接続され、発電装置にて発電された直流を昇圧する機能を有する第二直流側変換装置(5)と、第一直流側変換装置と第二直流側変換装置とを並列接続する接続器(7)と、接続器から出力される直流を交流に変換するとともに、変換された交流が交流系統に連系されるように構成される交流側変換装置(8)と、第一直流側変換装置、第二直流側変換装置、及び交流側変換装置を制御する制御装置(10)と、を備えた系統連系システムであって、第一直流側変換装置が、蓄電デバイスから放電された直流を昇圧し、昇圧した直流を接続器に出力する絶縁型昇圧コンバータ部(41)と、蓄電デバイスと絶縁型昇圧コンバータ部との間に設けられ、開閉することによって、蓄電デバイスから絶縁型昇圧コンバータ部への電力の供給が可能な供給状態と、蓄電デバイスから絶縁型昇圧コンバータ部への電力の供給が不能な遮断状態とを、切換可能な開閉器(42)と、蓄電デバイスと接続器との間に設けられ、接続器から入力される直流を降圧し、降圧した直流を蓄電デバイスに出力する非絶縁型降圧コンバータ部(43)と、を備え、制御装置は、蓄電デバイスが放電する際には開閉器が閉じ、蓄電デバイスが充電される際には開閉器が開くように、開閉器を制御する、系統連系システム(100)を提供する。

20

30

【0011】

この場合、絶縁型昇圧コンバータ部は、蓄電デバイスから放電された直流を交流に変換する内部変換器(41a)と、内部変換器にて変換された交流を昇圧する変圧器(41b)と、変圧器に接続された共振回路(41c)と、共振回路から出力された交流を直流に変換し、変換した直流を接続器に出力する整流回路(41d)と、を備えるのがよい。そして、制御装置は、内部変換器により変換された交流の周波数が共振回路の共振周波数に一致するように、内部変換器を制御するのがよい。さらにこの場合、制御装置は、絶縁型昇圧コンバータ部の出力が一定になるように、絶縁型昇圧コンバータ部に備えられる内部変換器を制御するとよい。

40

【0012】

また、非絶縁型降圧コンバータ部は、接続器に接続されたスイッチング素子(43b)と、蓄電デバイスとスイッチング素子との間に設けられたコイル(43d)とを備え、制御装置は、発電装置の余剰電力を蓄電デバイスに充電する際に、蓄電デバイスが交流系統からの電力を充電しないように、余剰電力の大きさに応じてスイッチング素子を制御するとよい。

【0013】

本発明によれば、直流を充放電可能な蓄電デバイスから放電された直流は、絶縁型昇圧

50

コンバータ部にて昇圧された後に、交流側変換装置で交流に変換される。絶縁型昇圧コンバータ部は、内部変換器、変圧器、共振回路、整流回路を有しており、蓄電デバイスから放電された直流は、内部変換器で一旦直流を交流に変換した後に、変圧器で昇圧される。その後、整流回路にて直流に変換される。このとき、内部変換器で変換した交流の周波数を共振回路の共振周波数に一致させることにより、電流波形が正弦波になり、変圧器におけるエネルギー損失を低減することができる。

【0014】

さらに、本発明によれば、蓄電デバイスから放電された直流を絶縁型昇圧コンバータ部で昇圧する場合、絶縁型昇圧コンバータの出力（電力）が一定になるように、つまり出力が固定されるように、制御装置によって絶縁型昇圧コンバータ部の内部変換装置を制御することができる。このとき、絶縁型昇圧コンバータ部におけるエネルギー損失が最も小さくなるような、すなわち最も効率が高くなるように、絶縁型昇圧コンバータ部の出力を固定することで、蓄電デバイスの放電時におけるエネルギー損失をより一層低減することができる。

10

【0015】

また、発電装置の余剰電力を蓄電デバイスに充電する際に、非絶縁型降圧コンバータ部に備えられるスイッチング素子は、発電装置の余剰電力のみが蓄電デバイスに充電され、交流システムからの電力が蓄電デバイスに充電されないように、発電装置の余剰電力の大きさに応じて、制御装置により制御される。このため、蓄電デバイスの充電時に交流システムからの電力を引き込む構成と比較して、充電時のエネルギー損失を低減することができる。

20

【0016】

このように、本発明に係る系統連系システムによれば、蓄電デバイスの放電時、及び充電時のそれぞれの場合において、エネルギー損失が低減されるように、構成されている。よって、エネルギー効率の高い系統連系システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本実施形態に係る系統連系システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】第一コンバータ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】

【0018】

以下、本発明の実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係る系統連系システムの概略構成を示すブロック図である。図1に示すように、本実施形態に係る系統連系システム100は、複数の分散型電源（バッテリー1A、太陽電池発電装置1B、燃料電池発電装置1C）と、各分散型電源に接続された複数の電気配線（第一電気配線2A、第二電気配線2B、第三電気配線2C）と、系統連系装置3と、制御装置としてのHEMS10とを備える。

30

【0019】

複数の分散型電源は、充放電可能な蓄電デバイスと、再生可能エネルギーを利用した発電装置とを含む。本実施形態においては、充放電可能な蓄電デバイスとしてバッテリー1Aが例示される。このバッテリー1Aは、リチウムイオン電池（リチウムイオン二次電池或いはリチウムイオンキャパシタ）でも良いが、鉛蓄電池であるのが好ましい。鉛蓄電池の充放電効率はリチウムイオン電池よりも多少低い、鉛蓄電池は、電池自体の保護回路を必要としない。従って、システム全体のエネルギー効率を考えた場合、鉛蓄電池を使用の方が、エネルギー効率は高い。また、再生可能エネルギーを利用した発電装置として太陽電池発電装置1Bが例示される。再生可能エネルギーを利用した発電装置として、太陽電池発電装置1Bに代えて、或いは、太陽電池発電装置1Bに加えて、小型風力発電装置等を用いることができる。また、本実施形態においては、化学反応を利用した発電装置としての燃料電池発電装置1Cをも備える。これらの分散型電源は、直流を生成する。

40

【0020】

バッテリー1Aに第一電気配線2Aが接続される。第一電気配線2Aにはバッテリー1Aが

50

ら放電される直流、及び、バッテリー 1 A に充電される直流が流れる。また、太陽電池発電装置 1 B に第二電気配線 2 B が接続される。第二電気配線 2 B には太陽電池発電装置 1 B で発電された直流が流れる。また、燃料電池発電装置 1 C には第三電気配線 2 C が接続される。第三電気配線 2 C には燃料電池発電装置 1 C で発電された直流が流れる。

【 0 0 2 1 】

系統連系装置 3 は、第一コンバータ 4 (第一直流側変換装置) と、第二コンバータ 5 (第二直流側変換装置) と、第三コンバータ 6 と、接続器 7 (直流中間回路) と、インバータ 8 (交流側変換装置) とを備える。

【 0 0 2 2 】

第一コンバータ 4 は、第一電気配線 2 A を介してバッテリー 1 A に接続される。第一コンバータ 4 は、バッテリー 1 A から放電された直流を昇圧し、昇圧した直流を接続器 7 に出力する機能を有する。加えて、第一コンバータ 4 は、接続器 7 側から入力された直流を降圧し、降圧した直流を充電電流としてバッテリー 1 A に出力する機能を有する。第二コンバータ 5 は、第二電気配線 2 B を介して太陽電池発電装置 1 B に接続される。第二コンバータ 5 は、太陽電池発電装置 1 B で発電された直流を昇圧し、昇圧した直流を接続器 7 に出力する機能を有する。第三コンバータ 6 は、第三電気配線 2 C を介して燃料電池発電装置 1 C に接続される。第三コンバータ 6 は、燃料電池発電装置 1 C で発電された直流を昇圧し、昇圧した直流を接続器 7 に出力する機能を有する。

【 0 0 2 3 】

接続器 7 にて、第一コンバータ 4 からの出力電流、第二コンバータ 5 からの出力電流、及び、第三コンバータ 6 からの出力電流が、重畳される。つまり、接続器 7 は、第一コンバータ 4、第二コンバータ 5、及び第三コンバータ 6 を、並列接続する。

【 0 0 2 4 】

また、接続器 7 は、インバータ 8 に接続されており、入力した直流をインバータ 8 に出力する機能を有する。インバータ 8 は、接続器 7 側から入力された直流を、交流系統としての商用電源系統 C の交流と同じ周波数の交流に変換し、変換した交流を、商用電源系統 C に出力する。これにより、本実施形態に係る系統連系システム 1 0 0 にて生成された交流が、商用電源系統 C に連系される。

【 0 0 2 5 】

太陽電池発電装置 1 B 及び燃料電池発電装置 1 C は、充電機能を有さないため、これらの発電装置に接続されたコンバータ (第二コンバータ 5 及び第三コンバータ 6) は、それぞれの発電装置 1 B, 1 C から出力された直流を昇圧する機能のみを有する。

【 0 0 2 6 】

一方、バッテリー 1 A は、充放電可能であるため、バッテリー 1 A に接続された第一コンバータ 4 は、バッテリー 1 A から放電された直流を昇圧する機能、及び、接続器 7 側からの直流を降圧する機能を有する。図 2 は、このような昇圧機能及び降圧機能を有する第一コンバータ 4 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示すように、第一コンバータ 4 は、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 と、開閉器 4 2 と、非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 とを有する。バッテリー 1 A が、第一電気配線 2 A を介して、開閉器 4 2 に接続される。開閉器 4 2 は、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の入力側に接続される。従って、開閉器 4 2 は、バッテリー 1 A と絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 との間に設けられることになる。また、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力側は、接続器 7 に接続される。従って、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 は、開閉器 4 2 を介してバッテリー 1 A と接続器 7 との間に設けられることになる。

【 0 0 2 8 】

開閉器 4 2 は、開閉動作可能な切換装置である。開閉器 4 2 が閉状態であるときには、バッテリー 1 A と絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 とが接続されて、バッテリー 1 A から絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 への電力の供給が可能になる。一方、開閉器 4 2 が開状態であるときには、バッテリー 1 A と絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 との接続が遮断されて、バッテリー 1 A

10

20

30

40

50

から絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 への電力の供給が不能になる。つまり、開閉器 4 2 は、開閉することによって、バッテリー 1 A から絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 への電力の供給が可能な供給状態と、バッテリー 1 A から絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 への電力の供給が不能な遮断状態とを、切換可能に構成される。

【 0 0 2 9 】

絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 は、内部変換器 4 1 a と、変圧器 4 1 b と、共振回路 4 1 c と、整流回路 4 1 d とを備える。内部変換器 4 1 a は、本実施形態では、4 つのスイッチング素子を備えた H ブリッジ回路により構成されており、開閉器 4 2 を介して、バッテリー 1 A から放電された直流が入力される。内部変換器 4 1 a は、入力された直流を交流に変換する。変圧器 4 1 b は一次側コイル C 1 と二次側コイル C 2 を備え、内部変換器 4 1 a で変換された交流が一次側コイル C 1 に流れるように、内部変換器 4 1 a に接続される。変圧器 4 1 b は、一次側コイル C 1 に入力された交流の電圧を昇圧し、二次側コイル C 2 に昇圧された交流を出力する。

10

【 0 0 3 0 】

共振回路 4 1 c は、変圧器 4 1 b の二次側コイル C 2 に接続される。共振回路 4 1 c は、周知のように、コイルとキャパシタとを備えて構成される。共振回路 4 1 c は、コイルのインダクタンス L とキャパシタの容量 C とで定まる共振周波数の交流が入力されたとき、正弦波の交流を出力する。整流回路 4 1 d は共振回路 4 1 c の出力側に接続され、共振回路 4 1 c から出力された交流を、直流に整流する。そして、整流回路 4 1 d から出力された直流が、接続器 7 に入力される。

20

【 0 0 3 1 】

また、非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 は、バッテリー 1 A と接続器 7 との間に、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 と並列的に設けられる。この非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 は、分岐配線 4 3 a と、スイッチング素子 4 3 b と、ダイオード 4 3 c と、コイル 4 3 d と、平滑コンデンサ 4 3 e と、過電圧防止回路 4 3 f を備える。

【 0 0 3 2 】

分岐配線 4 3 a の一方の端部は、第一電気配線 2 A に接続される。一方、分岐配線 4 3 a の他方の端部は接続器 7 に接続される。この分岐配線 4 3 a の途中に、スイッチング素子 4 3 b、ダイオード 4 3 c、コイル 4 3 d、平滑コンデンサ 4 3 e、及び、過電圧防止回路 4 3 f が介装される。分岐配線 4 3 a の他方端側（接続器 7 側）を上流側とし、一方端側（バッテリー 1 A 側）を下流側としたとき、分岐配線 4 3 a の上流側から下流側に向かって、スイッチング素子 4 3 b、ダイオード 4 3 c、コイル 4 3 d、平滑コンデンサ 4 3 e、過電圧防止回路 4 3 f が、この順に設けられる。

30

【 0 0 3 3 】

この非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 は、公知の非絶縁型降圧チョークコンバータの構成と同一の構成であってもよい。図 2 に示すように、非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 のスイッチング素子 4 3 b は、分岐配線 4 3 a のプラスライン（第一電気配線 2 A のプラスライン（第一電気配線 2 A のうちバッテリー 1 A の正極端子に接続される配線）から分岐した配線）に介装される。ダイオード 4 3 c は、スイッチング素子 4 3 b が介装されている部分よりも下流側の部分にて、分岐配線 4 3 a のプラスラインとマイナスライン（第一電気配線 2 A のうちバッテリー 1 A の負極端子に接続される配線）との間に介装される。ダイオード 4 3 c は、分岐配線 4 3 a のマイナスラインからプラスラインへの電流の通過を許容し、プラスラインからマイナスラインへの電流の通過を遮断する。平滑コンデンサ 4 3 e は、ダイオード 4 3 c の下流側に配設され、分岐配線 4 3 a のプラスラインとマイナスラインとの間に介装される。コイル 4 3 d は、分岐配線 4 3 a のプラスラインのうち、ダイオード 4 3 c が設けられている部分と平滑コンデンサ 4 3 e が設けられている部分との間に介装される。平滑コンデンサ 4 3 e の下流側に設けられた過電圧防止装置 4 3 f は、バッテリー 1 A の充電時にバッテリー 1 A に過大な電圧が印加されないように、非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 により降圧される電圧を適正な上限電圧に規制する。

40

【 0 0 3 4 】

50

HEMS 10は、CPU, ROM, RAM, 無線もしくは有線による通信機能、及びモニタを備えて構成される。図1に示すように、HEMS 10は、バッテリー1A、太陽電池発電装置1B、燃料電池発電装置1Cにそれぞれ電氣的に接続されており、これらの起動及び停止を制御する。また、HEMS 10は、バッテリー1A、太陽電池発電装置1B、及び燃料電池発電装置1Cによって生成された電気エネルギーの量を入力し、入力した電気エネルギー量をモニタ上に表示する。さらに、HEMS 10は、系統連系装置3の各構成要素に電氣的に接続されており、系統連系装置3の動作を制御する。

【0035】

上記構成の系統連系システム100において、HEMS 10がバッテリー1Aに放電指令信号を出力した場合、バッテリー1Aは放電を開始する。バッテリー1Aで放電された直流は、第一コンバータ4に入力される。バッテリー1Aの放電電圧は、本実施形態では例えば48Vである。また、HEMS 10は、バッテリー1Aに放電指令信号を出力した場合、第一コンバータ4の開閉器42が閉じ、且つ、非絶縁型降圧コンバータ部43のスイッチング素子43bがOFFとなるように、開閉器42及びスイッチング素子43bを制御する。開閉器42が閉じることによって、バッテリー1Aと絶縁型昇圧コンバータ部41が接続される。また、スイッチング素子43bがOFFにされることによって、非絶縁型降圧コンバータ部43への通電が禁止される。従って、バッテリー1Aの放電電流は、第一電気配線2A、開閉器42を通過して、絶縁型昇圧コンバータ部41に入力される。

【0036】

また、バッテリー1Aの放電時には、HEMS 10が、絶縁型昇圧コンバータ部41の内部変換器41aに備えられるスイッチング素子の動作を制御する。このとき、内部変換器41aから出力される交流の周波数が、共振回路41cの共振周波数に一致する周波数であるように、内部変換器41aのスイッチング素子の動作(例えばデューティ比)が、HEMS 10により制御される。従って、内部変換器41aからは、共振回路41cの共振周波数と同じ周波数の交流が出力される。なお、内部変換器41aの各スイッチング素子に並列に接続されたコンデンサの容量は、内部変換器41aの作動によるエネルギー損失が低減されるように、定められる。

【0037】

内部変換器41aから出力された交流は、変圧器41bの一次側コイルC1に入力される。変圧器41bの一次側コイルC1に入力された交流は、変圧器41bにより昇圧される。そして、変圧器41bの二次側コイルC2に、昇圧された交流が出力される。変圧器41bで昇圧された交流は、共振回路41cに入力される。ここで、上記したように、共振回路41cに入力した交流の周波数は、共振回路41cの共振周波数に一致する。この場合、共振回路41cの共振周波数を持つ正弦波の交流が、共振回路41cから出力される。また、その際、内部変換器41aのスイッチング素子を通過する電流波形の位相がシフトされ、所謂、ソフトスイッチング機能により内部変換器41aでのエネルギー損失が低減される。

【0038】

共振回路41cから出力された交流は、整流回路41dにて整流されることにより、直流に変換される。そして、整流回路41dは、変換した直流を出力する。ここで、本実施形態においては、整流回路41dの出力電流I及び出力電圧Vが、それぞれ、電流計及び電圧計により検出される。電流計及び電圧計で検出された出力電流I及び出力電圧Vは、HEMS 10に入力される。そして、HEMS 10は、整流回路41dの出力及び電圧、すなわち絶縁型昇圧コンバータ部41の出力(電力)及び電圧が、一定になるように、入力された出力電流I及び出力電圧Vに基づいて、内部変換器41aのスイッチング素子の動作(例えばデューティ比)をフィードバック制御する。

【0039】

整流回路41dから出力された直流は、接続器7に入力される。なお、整流回路41dから接続器7に入力された直流の電圧、すなわち絶縁型昇圧コンバータ部41の出力電圧(接続器7に印加される電圧、直流中間電圧)は、バッテリー1Aの放電電圧よりも高い。

10

20

30

40

50

例えば、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力電圧（直流中間電圧）は、350V である。また、上述したように、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力電圧及び出力（電力）は一定である。ここで、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力（電力）は、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 が動作した場合におけるエネルギー損失が低くなるような出力に設定される。なお、出力が比較的小さい場合には、エネルギー損失も小さい。よって、例えば、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力が比較的小さい 500W 程度に固定され、且つ電圧が 350V で固定されるように、HEMS 10 が内部変換器 4 1 a のスイッチング素子の動作を制御する。

【0040】

整流回路 4 1 d から接続器 7 に入力された直流は、インバータ 8 によって、商用電源系統 C の周波数に等しい周波数の交流に変換される。そして、インバータ 8 で変換された交流が、商用電源系統 C に供給される。

10

【0041】

このようにして、バッテリー 1 A から放電された直流が、昇圧されるとともに交流に変換されてから、商用電源系統 C に供給（系統連系）される。ここで、本実施形態においては、上記したように、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力が一定になるように、HEMS 10 が内部変換器 4 1 a を制御する。このため、商用電源系統 C に供給される交流の出力も、常に一定（例えば 500W）である。このように出力を固定することにより、特に、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 におけるエネルギー損失が小さくなるように、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力を固定することにより、効率良く、バッテリー 1 A から放電された直流を昇圧することができる。また、本実施形態においては、内部変換器 4 1 a にて変換された交流の周波数が、共振回路 4 1 c の共振周波数に一致するように、HEMS 10 が、内部変換器 4 1 a を制御する。このため、共振回路 4 1 c から出力される交流の波形が正弦波にされる。交流波形が正弦波である場合、変圧器 4 1 b 及び内部変換器 4 1 a におけるエネルギー損失が最小化される。よって、さらにより一層効率良く、バッテリー 1 A から放電された直流を昇圧することができる。

20

【0042】

また、HEMS 10 が太陽電池発電装置 1 B に発電指令信号を出力した場合、太陽電池発電装置 1 B は発電を開始する。太陽電池発電装置 1 B で発電された直流は、第二コンバータ 5 に入力される。また、HEMS 10 が燃料電池発電装置 1 C に発電指令信号を出力した場合、燃料電池発電装置 1 C は発電を開始する。燃料電池発電装置 1 C で発電された直流は、第三コンバータ 6 に入力される。第二コンバータ 5 又は第三コンバータ 6 に入力された直流は所定の電圧（例えば 350V）に昇圧された後に、接続器 7 を経由してインバータ 8 に入力されて、交流に変換される。そして、インバータ 8 にて変換された交流が商用電源系統 C に連系する。

30

【0043】

また、例えば、太陽電池発電装置 1 B にて発電された電力が商用電源系統 C を介して電力負荷に供給されている場合において、太陽電池発電装置 1 B が、電力負荷の消費電力以上の電力を発電した場合、余剰電力が発生する。この場合、本実施形態に係る系統連系システム 100 においては、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力が、バッテリー 1 A に充電されるように構成されている。以下、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力を、バッテリー 1 A に充電する動作について説明する。

40

【0044】

太陽電池発電装置 1 B に余剰電力が生じていることを HEMS 10 が検知した場合、HEMS 10 は、余剰電力をバッテリー 1 A に充電させようとする。HEMS 10 は、余剰電力をバッテリー 1 A に充電させる際に、第一コンバータ 4 の開閉器 4 2 が開くように、開閉器 4 2 を制御する。開閉器 4 2 が開くことによって、バッテリー 1 A と第一コンバータ 4 の絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 とが切り離される。なお、開閉器 4 2 が開いていても、バッテリー 1 A と、第一コンバータ 4 の非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 は、接続されている。

【0045】

50

また、太陽電池発電装置 1 B で発電された電力は、第二コンバータ 5 で 350 V に昇圧された後に、接続器 7 に入力される。このため、接続器 7 に印加された電圧が第一コンバータ 4 にも印加される。このとき、H E M S 1 0 が第一コンバータ 4 の非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 のスイッチング素子 4 3 b を制御することにより、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力が、第一コンバータ 4 の非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 内を流れる。非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 を流れた余剰電力は、適正な充電電圧に降圧される。そして、降圧された電力が、バッテリー 1 A に充電される。

【0046】

ここで、接続器 7 は、インバータ 8 を介して商用電源系統 C に接続されている。そのため、バッテリー 1 A の充電時には、商用電源系統 C からの交流が第一コンバータ 4 の非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 に流入する虞がある。この点に関し、本実施形態に係る H E M S 1 0 は、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力のみが、第一コンバータ 4 の非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 を流れるように、余剰電力の大きさに基づいて、非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 のスイッチング素子 4 3 b の動作（例えばデューティ比）を制御する。すなわち、H E M S 1 0 は、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力をバッテリー 1 A に充電する際に、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力のみが非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 を流れ、商用電源系統 C からの電力が非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 に流れないように、すなわち商用電源系統 C からの電力がバッテリー 1 A に充電されないように、余剰電力の大きさに応じて非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 のスイッチング素子 4 3 b を制御する。このため、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力のみを、効率的に、バッテリー 1 A に充電することができる。

【0047】

以上のように、本実施形態に示す系統連系システム 100 においては、バッテリー 1 A から放電される直流を昇圧するためのコンバータと、バッテリー 1 A に充電するための直流を降圧するためのコンバータが異なる。具体的には、バッテリー 1 A から放電される直流は、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 により昇圧され、バッテリー 1 A に充電される直流は、非絶縁型降圧コンバータ部 4 3 により降圧される。

【0048】

また、本実施形態においては、バッテリー 1 A から放電された直流を、第一コンバータ 4 の絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 にて昇圧するにあたり、共振回路 4 1 c の共振周波数と同じ周波数の交流に変換した上で、変圧器 4 1 b により昇圧し、昇圧した交流を直流に変換している。共振回路 4 1 c の共振周波数と同じ周波数の交流に変換して、整流回路 4 1 d に入力される交流の波形を正弦波化することにより、内部変換器 4 1 a 及び変圧器 4 1 b における損失を低減することができる。このため、バッテリー 1 A から放電された直流を、効率的に、所望の電圧（例えば 350 V）に昇圧することができる。

【0049】

また、本実施形態においては、バッテリー 1 A から放電された直流を絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 にて昇圧するにあたり、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力が一定（例えば 500 W）になるように、内部変換器 4 1 a が制御される。つまり、絶縁型昇圧コンバータ部 4 1 の出力が固定されている。出力を固定して効率の高い動作ポイントを外さないことにより、より一層効率的に、バッテリー 1 A から放電された直流を所望の電圧（例えば 350 V）に昇圧することができる。

【0050】

また、本実施形態においては、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力をバッテリー 1 A に充電するにあたり、変圧器を備える絶縁型降圧コンバータではなく、変圧器を備えない非絶縁型降圧コンバータを利用している。絶縁型降圧コンバータは、上記した絶縁型昇圧コンバータのように、出力をある値に固定した状態で、降圧するのが一般的である。しかしながら、太陽電池発電装置 1 B の出力は、天候の変化や時間等によって、変化する。そのため、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力も、変動する。よって、バッテリー 1 A への出力を固定した状態で、太陽電池発電装置 1 B の余剰電力をバッテリー 1 A に充電しようとする、例えば不足した電力を商用電源系統 C から引き込んでしまう。つまり、太陽電池発電装置 1

10

20

30

40

50

Bの余剰電力のみならず、商用電源系統Cの電力もバッテリー1Aに充電することになる。この場合、商用電源系統Cから購入した電力を充電し、その後、放電することにより、エネルギー損失が発生する。また、絶縁型降圧コンバータの出力を固定しない場合、効率的な作動を維持することが困難であり、結局、効率が低下する。つまり、変圧器を用いた絶縁型のコンバータを用いて、出力の不安定な再生可能エネルギーを利用した発電装置の電力余剰分のみを、効率良くバッテリー1Aに充電することは、困難である。

【0051】

この点に関し、本実施形態においては、変圧器を用いない非絶縁型の降圧コンバータを用いて、太陽電池発電装置1Bの余剰電力をバッテリー1Aに充電している。このような非絶縁型の降圧コンバータを用い、スイッチング素子43bをHEMS10で制御することによって、出力が変化する太陽電池発電装置1Bの余剰電力のみをバッテリー1Aに充電することができる。よって、効率的に、余剰電力をバッテリー1Aに充電することができる。

10

【0052】

このように、本実施形態に係る系統連系システム100によれば、絶縁型のコンバータを用いてバッテリー1Aから放電された直流を昇圧し、一方、非絶縁型のコンバータを用いてバッテリー1Aに充電される直流を降圧している。このため、バッテリー1Aから放電された直流を商用電源系統Cに供給する場合、及び、再生可能エネルギーを利用した発電装置（例えば太陽電池発電装置1B）の余剰電力をバッテリー1Aに充電する場合、のいずれにおいても、効率の高い送電を実現できる。その結果、本実施形態によれば、エネルギー効率の高い系統連系システム100を提供することができる。

20

【0053】

また、本実施形態においては、HEMS10により発電装置及び蓄電デバイスを制御していることから、発電装置及び蓄電デバイスごとに制御電源を設けなくても良い。そのため、系統連系システムを構成する機器を制御する制御電源を削減することができ、システム全体の制御に係る消費電力を低減できる。また、HEMS10の制御電源は、発電装置及び蓄電デバイスからの電力を利用する構成、商用電源からの電力を利用する構成、及びこれらを併用する構成の何れかを採用することができる。

【0054】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるべきものではない。例えば、上記実施形態においては、再生可能エネルギーを利用した発電装置として太陽電池発電装置を示したが、その他の発電装置、例えば、地熱発電装置等を用いてもよい。また、本発明に係る系統連系システムは、上記実施形態で示した発電装置以外の発電装置、例えばガスエンジンにより駆動される発電装置を設けてもよい。また、上記実施形態では、蓄電デバイスとしてバッテリーを示したが、充放電可能な蓄電デバイスであれば、どのようなものであってもよい。このように、本発明は、その趣旨を逸脱しない限りにおいて、変形可能である。

30

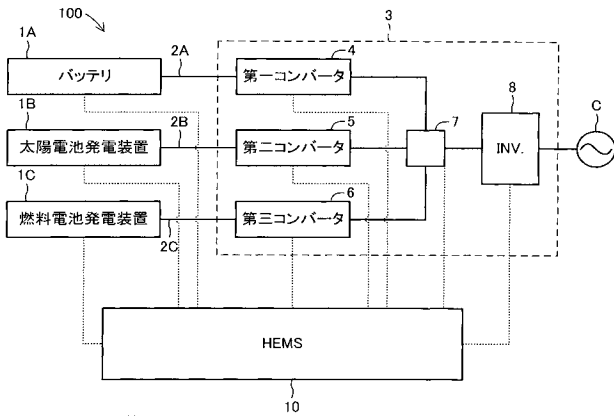
【符号の説明】

【0055】

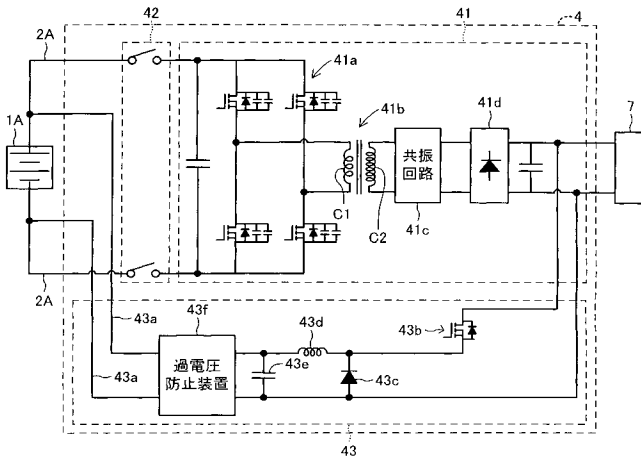
100...系統連系システム、1A...バッテリー（蓄電デバイス）、1B...太陽電池発電装置（発電装置）、1C...燃料電池発電装置、2A...第一電気配線、2B...第二電気配線、2C...第三電気配線、3...系統連系装置、4...第一コンバータ（第一直流側変換装置）、5...第二コンバータ（第二直流側変換装置）、6...第三コンバータ、7...接続器、8...インバータ（交流側変換装置）、41...絶縁型昇圧コンバータ部、41a...内部変換器、41b...変圧器、41c...共振回路、41d...整流回路、42...開閉器、43...非絶縁型降圧コンバータ部、43a...分岐配線、43b...スイッチング素子、43c...ダイオード、43d...コイル、43e...平滑コンデンサ

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H730 AA14 AS04 AS05 AS17 BB13 BB27 BB61 BB82 BB98 CC11
DD04 DD16 EE01 FG05