明　細　書

発明の名称 ： 電力システム

技術分野

[0001] 本発明は、マイクログリッドの考え方が導入された小型分散型電源を含む電力システムに関する。

背景技術

[0002] 従来の電力システムにおいては、原子力・火力・水力などの発電所から大規模な送電網によってエネルギー供給を行うようにしていたが、近年、小型分散型電源（太陽光、風力、バイオマスなど）を連結することによって電力ネットワークを構成し、これにより所定域内におけるエネルギー供給を行うマイクログリッドなる概念が提唱され、普及しつつある。このようなマイクログリッドの思想を取り込んだ小型分散型電源によるエネルギー供給システムでは、通常時は系統連系により商用系統からの買電量が一定となるように発電量を制御する連係運転を行い、停電等の非常時はマイクログリッド系統内に高品質な（電圧・周波数の変動が小さい）電力を供給する自立運転を行う負荷追従運転が求められている。

[0003] マイクログリッドを構築する際、いかに時々刻々変動する電力の供給バランスを取るかが最重要課題となる。電力供給を変動させる要素としては、負荷変動や、風力発電・太陽光発電のような小型分散型電源の発電量変動（以下、両方の変動をあわせて「電力変動」と記述する）などが挙げられる。

[0004] 電力変動量は、負荷や小型分散型電源の発電の状態によって、非常に急激な変動から比較的緩やかな変動まで様々な周波数成分を含んでいる。これらの電力変動に対して、様々な負荷追従特性を有する分散型電源を組み合わせることによりすべての周波数成分の変動を抑制することが可能となる。具体的には、高い周波数成分の変動（非常に急激な変動）に対しては蓄電池や電力貯蔵設備のような蓄電設備、低い周波数成分の変動（比較的緩やかな変動）に対してはガスエンジンのような発電設備が対応することによって電力変

動の抑制が可能となる。

[0005] また、建物における電力需要を商用系統の受変電設備と分散型電源の連係によって負荷追従運転を実現するシステム（例えば、特許文献１参照）や、当初の運用計画から大幅に異なる場合に蓄電設備を活用することにより安定した系統運用を実現する方法（例えば、特許文献２参照）が知られている。

特許文献1：特開２００５－１６０２８６号公報

特許文献2：特開２００７－２１５２９０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 図７を参照して従来のマイクログリッドの構成例を説明する。停電時において、非常用発電機１９０と、太陽電池１４０による太陽光発電を組み合わせて電力供給を行うシステム構成の一例を図７に示す。なお、図中一点鎖線で囲まれた部分は無停電電源１００の構成である。

[0007] 図７に示すような電力システムにおいては、商用系統との連係運転時は、第１遮断器１９１とＡＣＳＷ（交流半導体スイッチ）が投入状態、第２遮断器１９２が開放状態となっており、太陽光発電や電力負荷の変動に応じて蓄電池１３０の出力制御を行うことにより、ピークカット運転を行う。

[0008] 一方、停電時は遮断器１を開放し、第１遮断器１９１の状態信号によってＡＣＳＷを開放すると同時に非常用発電機１９０の起動を開始する。非常用発電機１９０の起動後は、第２遮断器１９２を投入することによって太陽光発電出力を活用しながら自立運転を行う。

[0009] ここで、図７に示す電力システムにおいて、蓄電池１３０の最大充放電電力が－９０ｋＷ～９０ｋＷで、太陽電池１４０の最大発電電力が９０ｋＷで、重要負荷１５０の最大消費電力が５０ｋＷであるものとすると、図７中のＡＣＳＷ１２０の順方向と、逆方向の最大潮流は以下の通りである。なお、順方向（＋）、逆方向（－）の定義は図に示すとおりである。

[0010] 逆方向の最大潮流（晴天時）は、蓄電池１３０の最大放電電力（－９０ｋＷ）＋太陽電池１４０の最大出力（－９０ｋＷ）―重量負荷１５０の最小値

（０ｋＷ）＝－１８０（ｋＷ）となる。

[0011] 順方向の最大潮流（雨天・曇天時）は、蓄電池１３０の最大放電電力（９０ｋＷ）＋太陽電池１４０の最大出力（０ｋＷ）―重量負荷１５０の最小値（５０ｋｗ）＝１４０（ｋＷ）となる。

[0012] 例えば、ＡＣＳＷ１２０の耐量が－９０ｋＷ～９０ｋＷの範囲であるとすると、蓄電池１３０や、太陽電池１４０の出力、重要負荷１５０の大きさによってはＡＣＳＷ１２０における潮流は、－１８０ｋＷ～１４０ｋＷとなるので、ＡＣＳＷ１２０に流れる潮流が過大となり、ＡＣＳＷ１２０が損傷してしまう、と問題があった。

[0013] ここで、無停電電源１００におけるＡＣＳＷ１２０をより耐量が大きいものに交換することも考えられるが、耐量が大きいＡＣＳＷ１２０は高価であり、ＡＣＳＷ１２０をより耐量が大きいものに交換すると、電力システムを構成するためのコストが上昇する、という問題があった。

課題を解決するための手段

[0014] この発明は、上記課題を解決するものであって、請求項１に係る発明は、商用電源と出力部との間に設けられた交流スイッチと、蓄電池と、前記交流スイッチと前記蓄電池との間に設置されたインバーターとを備えた無停電電源装置と、前記出力部に接続される重要負荷と、前記出力部に接続される分散型電源と、前記重要負荷を含む総負荷による消費電力を検出する総負荷消費電力検出手段と、前記蓄電池における充放電電力を検出する充放電電力検出手段と、前記分散型電源からの出力電力を検出する出力電力検出手段と、前記重要負荷による消費電力を検出する重要負荷消費電力検出手段と、前記総負荷消費電力検出手段及び前記充放電電力検出手段及び前記出力電力検出手段及び前記重要負荷消費電力検出手段による検出値が入力されると共に、前記蓄電池を制御する制御指令値を出力する制御部と、を有する電力システムであって、前記制御部は、前記総負荷消費電力検出手段及び前記充放電電力検出手段及び前記出力電力検出手段及び前記重要荷消費電力検出手段による検出値に基づいて、前記蓄電池を動作させる制御指令値を決定することを

特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明に係る電力システムによれば、蓄電池の出力制御を行うことで、無停電電源を構成する交流スイッチ（ＡＣＳＷ）に流れる潮流を適切に制御することが可能となり、交流スイッチを損傷させることがないし、耐量が大きい交流スイッチを要することもなくコストを抑制することができる。また、太陽電池などの分散型電源の出力が大きく、重要負荷の消費電力が小さい場合、蓄電池を充電するので、蓄電池の設備容量の削減も可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態に係る電力システムの概要を示す図である。

[図2]本発明の実施形態に係る電力システムにおける制御ブロック図を示す図である。

[図3]従来技術に係る制御に基づく晴天時における電力潮流の例を示す図である。

[図4]従来技術に係る制御に基づく雨天・曇天時における電力潮流の例を示す図である。

[図5]本発明の電力システムに係る制御に基づく晴天時における電力潮流の例を示す図である。

[図6]本発明の電力システムに係る制御に基づく雨天・曇天時における電力潮流の例を示す図である。

[図7]従来のマイクログリッドの構成例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図１は本発明の実施形態に係る電力システムの概要を示す図である。図１において、１００は無停電電源装置、１０１は入力部、１１１は電力検出部、１０２は出力部、１１０は制御部、１２０は交流スイッチ（ＡＣＳＷ）、１３０は蓄電池、１３１は電力検出部、１３５はインバーター、１４０は太陽電池、１４５はパワーコンディショナー、１５０は重要負荷、１６０は保安負荷、１７０は

防災負荷、１８０は一般負荷、１８１は電力検出部、１９０は非常用発電機、１９１は第１遮断器、１９２は第２遮断器、２００は商用電源をそれぞれ示している。なお、図１には単相分即ち一相分の結線と制御系だけを図示してある。また、本実施形態に係る電力システムにおいては、最も重要な負荷（１５０）を含み停電直後においても自立する範囲である範囲（Ａ）や、停電時には非常用発電機１９０の運転中に自立する範囲である範囲（Ｂ）が定義されている。

[0018] なお、本実施形態においては例示的に、蓄電池１３０の最大充放電電力が－９０ｋＷ～９０ｋＷであり、太陽電池１４０の最大発電電力が９０ｋＷであり、重要負荷１５０の最大消費電力が５０ｋＷであり、ＡＣＳＷ１２０の耐量が－９０ｋＷ～９０ｋＷの範囲であるものとする。また、ＡＣＳＷ１２０の順方向（＋）、逆方向（－）の定義は図に示すとおりとする。

[0019] 図１において、一般負荷１８０は、商用系統である商用電源２００による給電ラインに接続され、給電ラインが停電その他の異常状態に陥った時には給電が遮断される。保安負荷１６０・防災負荷１７０は、保安用途の負荷や防災用途の負荷などであり重要度の高い負荷であって、第１遮断器１９１を介して給電ラインに接続されている。この保安負荷１６０・防災負荷１７０の接続ラインには、さらに第２遮断器１９２を介して非常用発電機１９０が接続されるとともに、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０を介して重要負荷１５０が接続され、給電ラインが停電したときには非常用発電機１９０から電力供給される。重要負荷１５０は、例えばサーバーなど、保安負荷１６０・防災負荷１７０よりさらに重要度の高い負荷である。この重要負荷１５０の接続ラインには、給電ラインが停電しても、非常用発電機１９０が停止しても自立運転を可能にするため、インバーター（ＩＮＶ）１３５を介して蓄電池１３０が接続されるとともに、パワーコンディショナー（ＰＣＳ）１４５を介して太陽電池１４０が接続される。

[0020] 非常用発電機１９０は、重油やその他の燃料を動力源として商用電源２００の給電ラインが異常状態に陥った時（停電時）に起動され、異常発生中は

継続して運転されるものであり、商用電源２００に代わって保安負荷１６０・防災負荷１７０及び重要負荷１５０に電力供給を継続する。しかし、商用電源２００の給電ラインが長時間にわたり異常状態が継続して、非常用発電機１９０が長時間運転を継続すると、燃料枯渇（燃料切れ）になり、運転停止に至る。なお、非常用発電機１９０の燃料切れ後においても、太陽電池１４０による発電が維持され、蓄電池１３０が蓄電している状態である限りは、重要負荷１５０への電力供給が継続される。

[0021] 蓄電池１３０は、繰り返し充放電が可能なコンデンサや二次電池などであり、インバーター１３５を介して重要負荷１５０の接続ラインに接続して、商用電源２００や太陽光電池１４０、非常用発電機１９０により適宜充電され、一般負荷１８０や保安負荷１６０・防災負荷１７０、重要負荷１５０に放電する。なお、この蓄電池１３０は、二次電池の充放電を制御するための制御回路（充放電制御回路）を内蔵してなるものである。この制御回路に対しては、後述する制御部１１０からの制御指令値が入力され、それに応じて蓄電池１３０を構成する二次電池の充放電がコントロールされる。

[0022] インバーター１３５は、交流と直流との間を双方向に電力変換する双方向型の電力変換装置であり、商用電源２００や太陽光電池１４０、非常用発電機１９０から蓄電池１３０を充電するときの動作モードでは交流を直流に変換し、重要負荷１５０に蓄電池１３０から放電するときの動作モードでは直流を交流に変換する。

[0023] 太陽光電池１４０は、パワーコンディショナー１４５を介して重要負荷１５０の接続ラインに接続して、一般負荷１８０や保安負荷１６０・防災負荷１７０、重要負荷１５０に独立して発電出力を供給するものである。パワーコンディショナー１４５は、重要負荷１５０の接続ラインの所定の周波数や電圧に適合していない太陽光電池１４０の直流出力を所定の交流電力に変換し、周波数や電圧を給電ラインの電力に適合させる。パワーコンディショナー１４５の出力部には、例えば電力を最大限に供給できるように電流制御方式のインバーターを備えている。

[0024] 第１遮断器１９１は、一般負荷１８０が接続される商用電源２００の給電ラインが給電状態にある通常の負荷運転時に投入され、商用電源２００の給電ラインが停電状態になると開放（遮断）される。第２遮断器１９２は、第１遮断器１９１が投入され商用電源２００の給電ラインが給電状態にあると開放され、商用電源２００の給電ラインが停電状態になると投入される。この第２遮断器１９２が投入されると、非常用発電機１９０が起動されて発電出力が保安負荷１６０・防災負荷１７０や重要負荷１５０に給電され、非常用発電機１９０が停止すると第２遮断器１９２も開放される。

[0025] 電力検出部１８１は、商用電源２００の給電ラインの停電の検出を行い、第１遮断器１９１、第２遮断器１９２の投入／開放、非常用発電機１９０の起動／停止の制御を行うものである。商用電源２００の給電ラインが停電すると、停電検出制御部１１により、第１遮断器１９１を開放するとともに、第２遮断器１９２を投入して非常用発電機１９０を起動する。商用電源２００の給電ラインの停電が復旧すると、停電検出制御部１１により、第１遮断器１９１を投入するとともに、第２遮断器１９２を開放して非常用発電機１９０を停止する。

[0026] 停電直後自立範囲内における電力システムとしては、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０、インバーター１３５、蓄電池３及び重要負荷１５０を備えて構成される。商用電源ＡＣ６とインバーター１３５との間に配置された交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０は、一相分に対応するものであり、逆並列接続された２つのサイリスタＴｈ１及びＴｈ２（図示せず）を備えて構成される。

[0027] 商用電源２００が健全な状態（復帰状態も含む）であり、範囲（Ａ）に電力供給が必要であるときには、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０における順方向に潮流が流れ、蓄電池１３０や、重要負荷１５０には交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０を介して商用電源２００から交流電力が供給される。

[0028] 一方、商用電源２００が停電状態になると交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０が遮断状態になって商用電源２００から交流電力の供給を停止する。また

、商用電源２００に異常が発生すると、停電状態と同様に交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０が遮断状態になって商用電源２００から交流電力の供給を停止する。

[0029] また、蓄電池１３０が放電したり、太陽電池１４０が出力したりしており、範囲（Ａ）内で余剰電力が発生しているような場合には、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０における逆方向に潮流が流れ、蓄電池１３０や太陽電池１４０から保安負荷１６０・防災負荷１７０や一般負荷１８０に対する給電を行うことができるようになっている。

[0030] 無停電電源装置１００は、商用電源２００と出力部１０２との間に設けられた交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０と、蓄電池１３０と、交流スイッチ１２０と蓄電池１３０との間に設置されたインバーター１３５とを少なくとも備えてなるものである。また、無停電電源装置１００には制御部１１０が設けられているが、この制御部１１０はより上位のコントローラなどによる制御を受けるように構成することもできる。

[0031] 制御部１１０は本発明に係る電力システムの各制御を行うためのメインコントローラである。このような制御部１１０としては、ＣＰＵやＲＡＭ、ＲＯＭ等を備える汎用の情報処理装置を用い、入力された所定情報に基づいて所定ブロックへの命令を出力する動作を前記ＣＰＵに実行させるプログラムを予め前記ＲＯＭに記憶させることによって実現することが可能である。

[0032] インバーター（ＩＮＶ）１３５と蓄電池１３０との間には、電力検出部１３１が設けられており、この電力検出部１３１によって蓄電池１３０における充放電電力を検出することができるようになっている。電力検出部１３１によって検出された検出値は制御部１１０に送信される。

[0033] パワーコンディショナー（ＰＣＳ）１４５と交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０との間には電力検出部１１１が設けられており、この電力検出部１１１によって太陽電池１４０と重要負荷１５０との合算の電力量を検出することができるようになっている。電力検出部１１１によって検出された検出値は制御部１１０に送信される。

[0034] また、商用電源２００による給電ライン中には電力検出部１８１が設けられており、重要負荷１５０を含む総負荷（ただし、蓄電池１３０、太陽電池１４０、非常用発電機１９０からの電力供給分は除く）による消費電力を検出する総負荷消費電力検出手段として機能するようになっている。この電力検出部１８１によって検出された検出値は制御部１１０に送信される。

[0035] 本発明に係る電力システムにおいては、制御部１１０は少なくとも交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０と、蓄電池１３０におけるインバーター１３５と、パワーコンディショナー１４５と、蓄電池１３０（充放電回路）に対する制御信号を出力し、それぞれを制御することができるようになっている。

[0036] 次に、以上のように構成される本発明の電力システムの制御について説明する図２は本発明の実施形態に係る電力システムにおける制御ブロック図を示す図である。このような制御ブロック図に基づく処理は、制御部１１０において実行される。

[0037] 制御部１１０における制御においては、検出部１８１から得られる検出値W_{Load}及び、検出部１３１から得られる検出値W_{BAT}が入力され、これらの加え合わせが行われた上で、バンドパスフィルターを通過させる。このバンドパスフィルターは、所定時間内の無視し得る電力変動を除去するためのフィルターである。

[0038] 次に、バンドパスフィルターを通過した信号はリミッターに入力される。このリミッターにおいては、入力値がＡＣＳＷ潮流の上限値（$W_{ACSWmax}$）と下限値（$W_{ACSWmin}$）によって制限される。リミッターを通過した信号$W_{ACSWref}$は、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０に対する指令値とされると共に、この$W_{ACSWref}$に対しては、電力検出部１５１における検出値である重要負荷消費電力$W_{Important\ Load}$が加算され、電力検出部１４１における検出値である太陽電池出力電圧W_{PV}が減算され、蓄電池１３０（充放電回路）に対する制御信号W_{BATref}として、蓄電池１３０に対して出力される。

[0039] すなわち、蓄電池１３０の出力指令値は下式で表す値となる。

（W_{BATref}）＝（指令値$W_{ACSWref}$）－（太陽電池１４０出力）＋（重要負荷１５０

消費電力）

ここで、（太陽電池１４０出力）は電力検出部１４１からの検出値により得られる値を用い、（重要負荷１５０消費電力）は電力検出部１５１により得られる値を用いる。

[0040] 以上のような本発明に係る電力システムによれば、本発明に係る電力システムによれば、蓄電池１３０の出力制御を行うことで、無停電電源１００を構成する交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０に流れる潮流を適切に制御することが可能となり、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０を損傷させることがないし、耐量が大きい交流スイッチを要することもなくコストを抑制することができる。また、太陽電池などの分散型電源の出力が大きく、重要負荷の消費電力が小さい場合、蓄電池を充電するので、蓄電池の設備容量の削減も可能となる。

[0041] ここで、上記のような本発明の電力システムに基づく制御例を説明する。図３は従来技術に係る制御に基づく晴天時における電力潮流の例を示す図であり、図４は従来技術に係る制御に基づく雨天・曇天時における電力潮流の例を示す図であり、図５は本発明の電力システムに係る制御に基づく晴天時における電力潮流の例を示す図であり、図６は本発明の電力システムに係る制御に基づく雨天・曇天時における電力潮流の例を示す図である。

[0042] 全ての図において、細い一点鎖線は総負荷による消費電力を示しており、細い実線は交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０における潮流を示しており、細い点線は蓄電池１３０で充放電される電力を示しており、細い二点鎖線は太陽電池１４０の出力を示しており、太い一点鎖線は重要負荷１５０の消費電力を示している。

[0043] 図３と図５との対比、及び、図４と図６との対比から、本発明の電力システムによって、蓄電池１３０が太陽電池１４０の出力や重要負荷１５０の負荷電力によって適切に制御されることにより、常に交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０の潮流がその耐量である－９０～９０ｋＷの範囲内となっていることがわかる。

[0044] 次に、本発明の他の実施形態について説明する。先の実施形態においては、マイクログリッドを構成するための分散型電源として、太陽電池１４０が用いられる構成であったが、他の実施形態においては、分散型電源として、風力発電、蓄電池、回転機型発電機、燃料電池、廃棄物発電、コージェネレーションなどを用いるものである。なお、これらの分散型電源としては、それぞれ単独に用いることもできるし、組み合わせて用いることも可能である。

[0045] 太陽電池１４０以外の分散型電源を用いた本実施形態においても、図２のリミッターにおける上限値、下限値を以下の

（W_{BATref}）＝（指令値$W_{ACSWref}$）－（分散型電源出力）＋（重要負荷１５０消費電力）

によって算出することによって、先の実施形態と同様に、蓄電池１３０（充放電回路）に対する制御信号W_{BATref}を算出する。

[0046] このような他の実施形態に係る電力システムによっても、蓄電池１３０の出力制御を行うことで、無停電電源１００を構成する交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０に流れる潮流を適切に制御することが可能となり、交流スイッチ（ＡＣＳＷ）１２０を損傷させることがないし、耐量が大きい交流スイッチを要することもなくコストを抑制することができる。また、太陽電池などの分散型電源の出力が大きく、重要負荷の消費電力が小さい場合、蓄電池を充電するので、蓄電池の設備容量の削減も可能となる。

産業上の利用性

[0047] 本発明の電力システムによれば、無停電電源を構成する交流スイッチ（１２０）に流れる潮流を適切に制御することが可能となるので、耐量が大きい高価な交流スイッチ（１２０）を用いることなく、安価に電力システムを構築することができるようになり、産業上の利用性が非常に大きい。

請求の範囲

[請求項1] 商用電源と出力部との間に設けられた交流スイッチと、蓄電池と、前記交流スイッチと前記蓄電池との間に設置されたインバーターとを備えた無停電電源装置と、

前記出力部に接続される重要負荷と、

前記出力部に接続される分散型電源と、

前記重要負荷を含む総負荷による消費電力を検出する総負荷消費電力検出手段と、

前記蓄電池における充放電電力を検出する充放電電力検出手段と、

前記分散型電源からの出力電力を検出する出力電力検出手段と、

前記重要負荷による消費電力を検出する重要負荷消費電力検出手段と、

前記総負荷消費電力検出手段及び前記充放電電力検出手段及び前記出力電力検出手段及び前記重要負荷消費電力検出手段による検出値が入力されると共に、前記蓄電池を制御する制御指令値を出力する制御部と、を有する電力システムであって、

前記制御部は、前記総負荷消費電力検出手段及び前記充放電電力検出手段及び前記出力電力検出手段及び前記重要荷消費電力検出手段による検出値に基づいて、前記蓄電池を動作させる制御指令値を決定することを特徴とする電力システム。