

(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2017-17908

(P2017-17908A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 15/00 (2006.01)	H02J 15/00 H	3L053
H02J 3/32 (2006.01)	H02J 15/00 D	3L260
H02J 7/00 (2006.01)	H02J 3/32	5G066
F24F 3/00 (2006.01)	H02J 7/00 L	5G503
F24F 5/00 (2006.01)	F24F 3/00 B	5H031

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-133915 (P2015-133915)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成27年7月2日 (2015.7.2)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100084412
			弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	マテ ファニー
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	藤村 秀和
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	永嶋 裕司
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		Fターム (参考)	3L053 BA06

最終頁に続く

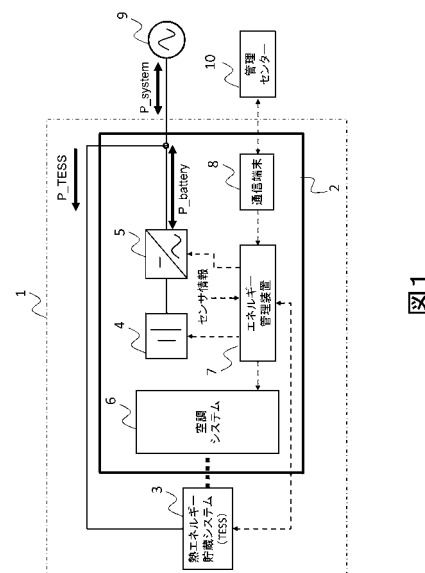
(54) 【発明の名称】 電力貯蔵システム、エネルギー貯蔵管理システム

(57) 【要約】

【課題】 冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー蓄積装置を用いて、BESSの有用性維持や運用コスト低減を図る。

【解決手段】 送電網9に対する電力安定化のサービスを提供するBESS2は、充放電可能な電池4と、電池4と送電網9の間で入出力される電力を相互に変換するPCS5と、電池4の温度を調節する空調システム6と、BESS2の動作を制御するエネルギー管理装置7とを備える。空調システム6は、冷熱エネルギーを貯蔵可能なTESS3と熱的に結合可能である。エネルギー管理装置7は、電池4の充電状態およびTESS3の冷熱エネルギー貯蔵状態に基づいて、空調システム6およびTESS3の動作を制御すると共に、電池4の充放電を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送電網に対する電力安定化のサービスを提供する電力貯蔵システムであって、
充放電可能な電池と、
前記電池と前記送電網の間で入出力される電力を相互に変換する電力変換装置と、
前記電池の温度を調節する空調システムと、
前記電力貯蔵システムの動作を制御するエネルギー管理装置と、を備え、
前記空調システムは、冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー貯蔵システムと熱的に結合可能であり、

前記エネルギー管理装置は、前記電池の充電状態および前記熱エネルギー貯蔵システムの冷熱エネルギー貯蔵状態に基づいて、前記空調システムおよび前記熱エネルギー貯蔵システムの動作を制御すると共に、前記電池の充放電を制御する電力貯蔵システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力貯蔵システムにおいて、

前記熱エネルギー貯蔵システムは、水または水が貯蔵された断熱タンクと、前記断熱タンクに貯蔵された水を冷却して水に変化させる冷却器と、前記断熱タンクと前記空調システムを熱的に結合するための第 1 の冷媒配管と、前記第 1 の冷媒配管内で冷媒を循環させる冷媒ポンプと、を備え、

前記エネルギー管理装置は、水貯蔵モードまたは水冷却モードのいずれかの動作モードにより前記熱エネルギー貯蔵システムを動作させ、

20

前記水貯蔵モードで動作する場合、前記熱エネルギー貯蔵システムは、前記冷却器を動作させることで、前記断熱タンクに貯蔵された水を冷却して水に変化させ、

前記水冷却モードで動作する場合、前記熱エネルギー貯蔵システムは、前記冷媒ポンプを動作させることで、前記断熱タンクに貯蔵された水により冷却された冷媒が前記第 1 の冷媒配管を介して前記空調システムに流れるようにする電力貯蔵システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電力貯蔵システムにおいて、

前記空調システムは、第 2 の冷媒配管と、前記第 2 の冷媒配管を流れる冷媒を減圧して気化させることにより冷気を生成するエバポレーターと、前記エバポレーターで気化された冷媒を圧縮するコンプレッサーと、前記コンプレッサーで圧縮された冷媒を放熱して液化する放熱器と、前記第 2 の冷媒配管を流れる冷媒の経路を前記放熱器または前記第 1 の冷媒配管のいずれかに切り替えるためのバルブと、を備え、

30

前記エネルギー管理装置は、通常モードまたは蓄熱モードのいずれかの動作モードにより前記空調システムを動作させ、

前記通常モードで動作する場合、前記空調システムは、前記第 2 の冷媒配管から前記放熱器に冷媒が流れるように前記バルブを動作させると共に、前記エバポレーター、前記コンプレッサーおよび前記放熱器を動作させることで、前記冷気を生成し、

前記蓄熱モードで動作する場合、前記空調システムは、前記第 2 の冷媒配管から前記第 1 の冷媒配管に冷媒が流れるように前記バルブを動作させると共に、前記コンプレッサーおよび前記放熱器を動作させずに前記エバポレーターを動作させることで、前記断熱タンクに貯蔵された水により冷却された冷媒を用いて前記冷気を生成する電力貯蔵システム。

40

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電力貯蔵システムにおいて、

前記断熱タンクに水が貯蔵されており、かつ前記電池の充電状態が所定の最大値のときに、前記送電網からの充電を要求された場合、前記エネルギー管理装置は、前記送電網からの電力を用いて、前記熱エネルギー貯蔵システムを前記水貯蔵モードで動作させると共に、前記空調システムを前記通常モードで動作させ、

前記断熱タンクに水が貯蔵されており、かつ前記電池の充電状態が前記最大値のときに、前記送電網からの充電を要求された場合、前記エネルギー管理装置は、前記熱エネルギー貯蔵システムを前記水冷却モードで動作させると共に、前記空調システムを前記蓄熱モ

50

ードで動作させる電力貯蔵システム。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 に記載の電力貯蔵システムにおいて、

前記エネルギー管理装置は、前記電池からの電力を用いて、前記熱エネルギー貯蔵システムを前記氷貯蔵モードまたは前記氷冷却モードで動作させる電力貯蔵システム。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の電力貯蔵システムにおいて、

前記エネルギー管理装置は、前記電池の充電容量を計算する電池容量計算部と、前記電池の充電状態を計算する SOC 計算部と、前記熱エネルギー貯蔵システムの消費電力と前記電池の充放電電力の間での電力配分を計算する電力配分計算部と、前記空調システムの動作モードおよび前記熱エネルギー貯蔵システムの動作モードを設定する動作モード設定部と、を備える電力貯蔵システム。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の電力貯蔵システムと、

前記空調システムと熱的に結合可能であって冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー貯蔵システムと、を備えるエネルギー貯蔵管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力貯蔵システムおよびエネルギー貯蔵管理システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、地球温暖化問題の観点から、太陽光や風力などの再生可能エネルギーを利用して発電を行う電力システムを導入する重要性が増している。しかし、こうした再生可能エネルギーを用いた発電では、気象条件の変化により秒から分単位での電力変動が生じることで、送電網に流れる電力の周波数や電圧の安定性に悪影響を与えることが懸念される。

【0003】

上記に関して、送電網に対する電力安定化サービスを送電網の運営管理者に有償で提供するサービス事業者の存在が知られている。サービス事業者は、電池を用いて電力を貯蔵および放出することができる、電力貯蔵システム (Battery Energy Storage System: BESS) を利用して、必要に応じて送電網との間で充放電を行う。これにより、送電網に流れる電力の周波数や電圧の変動を抑えて、電力安定化サービスを提供し、金銭的利益を得ている。

30

【0004】

BESS に用いられる電池は、BESS の動作条件や、BESS が置かれる環境条件に応じて、その容量が徐々に減少すると共に、その内部抵抗が徐々に増加する。電池容量の減少は BESS が充放電可能な電力量の低下につながり、内部抵抗の増加は発熱量の増加につながる。その結果、BESS の有用性が年々低下すると共に、電池の温度調節を行う冷却システムの運用コストが年々増加する。そのため、サービス事業者は、電池の寿命期間を通して BESS の有用性を維持すると共に、冷却システムによる効率的な温度調節を実現できる手法を求めている。

40

【0005】

従来、自然エネルギーを電力に変換して出力する分散型電源から電力系統へ供給される電力の変動を抑制する分散型電源の出力平準化システムにおいて、空調設備による熱エネルギーを蓄えるための熱蓄積手段を備えたものが提案されている (特許文献 1 参照)。この熱蓄積手段に過剰となった熱エネルギーを一旦蓄えておき、将来的に熱蓄積手段からその熱エネルギーを放出させることで、空調設備から放出される熱エネルギーを有効に利用することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0006】

【特許文献1】特開2014-138546号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載の装置では、熱蓄積手段を用いて熱エネルギーの有効利用を図ることはできるが、BESSの有用性維持や運用コスト低減を図ることはできない。

【課題を解決するための手段】

【0008】

10

本発明による電力貯蔵システムは、送電網に対する電力安定化のサービスを提供するものであって、充放電可能な電池と、前記電池と前記送電網の間で入出力される電力を相互に変換する電力変換装置と、前記電池の温度を調節する空調システムと、前記電力貯蔵システムの動作を制御するエネルギー管理装置と、を備え、前記空調システムは、冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー貯蔵システムと熱的に結合可能であり、前記エネルギー管理装置は、前記電池の充電状態および前記熱エネルギー貯蔵システムの冷熱エネルギー貯蔵状態に基づいて、前記空調システムおよび前記熱エネルギー貯蔵システムの動作を制御すると共に、前記電池の充放電を制御する。

本発明によるエネルギー貯蔵管理システムは、上記の電力貯蔵システムと、前記空調システムと熱的に結合可能であって冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー貯蔵システムと、を備える。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー蓄積装置を用いて、BESSの有用性維持や運用コスト低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一実施形態に係るエネルギー貯蔵管理システムの概略構成図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る熱エネルギー貯蔵システムおよび空調システムの概略構成図である。

30

【図3】エネルギー管理装置の入出力信号および機能構成を示す図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る電力貯蔵システムおよび熱エネルギー貯蔵システムの動作例を示すタイムチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下の実施形態では、前述のようにBESSと呼ばれる電力貯蔵システムについて説明する。

【0012】

米国などの国や地域では、送電網の運営や維持管理を行う運営管理者として、RTO (Regional Transmission Organization) やISO (Independent Transmission Operator) と呼ばれる機関が存在する。こうした送電網の運営管理者には、多様な発電設備で発電された電力を利用しつつ、送電網から消費者に供給される電力の周波数や電圧を一定の範囲内に維持する責務がある。さらに、送電網の運営管理者に対して、供給電力の安定化のために、周波数調整、無効電力の供給および電圧制御、系統再起動などの補助的なサービスを提供するサービス事業者の存在が知られている。こうしたサービス事業者は、前述のようにBESSを利用して、上記のような電力安定化サービスを提供し、その内容や提供時間に応じた対価を送電網の運営管理者から得ることで収益を上げている。

40

【0013】

上記のような送電網への電力安定化サービスの提供に利用されるBESSは、一般に、充放電可能な複数の電池、電力変換装置、BESSが設置される施設内の温度を調節する

50

空調システム、電池の充放電を含めたBESS全体の動作を制御する電池管理システムなどから構成される。電池の特性は、容量(Ah)、内部抵抗(Ω)、充電状態(State Of Charge: SOC)(%)などによって表される。また、電池の劣化が進むと、その容量が減少すると共に内部抵抗が増加していく。電池を劣化させる要因は、電池の充放電に用いられるSOCの範囲、充放電サイクルの数や周期、充放電電流、外気温などを含む。

【0014】

図1は、本発明の一実施形態に係るエネルギー貯蔵管理システムの概略構成図である。図1に示すエネルギー貯蔵管理システム1は、BESS2と、BESS2に接続された熱エネルギー貯蔵システム(Thermal Energy Storage System: TESS)3により構成される。

10

【0015】

BESS2は、電池4、電力変換装置(Power Conditioning System: PCS)5、空調システム6、エネルギー管理装置7および通信端末8を有する。

【0016】

電池4は、電気化学反応を用いて化学エネルギーと電気エネルギーを相互に変換することで充放電可能な二次電池であり、1または複数の電池セルによって構成される。電池4は、PCS5を介して送電網9と接続されている。PCS5は、電池4からの直流電力を交流電力に変換して送電網9に出力したり、反対に送電網9からの交流電力を直流電力に変換して電池4に出力したりする。電池4およびPCS5の動作は、エネルギー管理装置7によって制御される。

20

【0017】

空調システム6は、BESS2が設置された施設内の温度を電池4の動作条件に応じた適切な温度範囲内に維持するための空調制御を行う。これにより、BESS2の動作中に電池4の温度が適切となるように調節される。空調システム6は、エネルギー管理装置7によってその動作が制御される。空調システム6の詳細については後述する。

【0018】

エネルギー管理装置7は、管理センター10から送信された情報を通信端末8を介して受信する。管理センター10は、送電網9の運営や維持管理などを行う機関である前述のRTOやISOに設置されており、これらの機関がBESS2に対して要求するサービスの内容を示す情報をBESS2に送信する。また、エネルギー管理装置7は、不図示の電圧、電流、温度の各センサからの出力信号を受信する。受信したこれらの情報に基づいて、エネルギー管理装置7は、電池4およびPCS5に対する充放電制御や、空調システム6の制御などを行う。

30

【0019】

TESS3は、冷熱エネルギーを貯蔵可能なシステムである。TESS3は、エネルギー管理装置7によってその動作が制御されることで、空調システム6と熱的に結合可能である。TESS3の詳細については後述する。

【0020】

図2は、本発明の一実施形態に係る熱エネルギー貯蔵システム(TESS)3および空調システム6の概略構成図である。

40

【0021】

空調システム6は、放熱器61、コンプレッサー62、エバポレーター63、冷媒配管64、バルブ65a、65b、65cおよび65d、ブロワー66、ファン67および制御部68を備える。TESS3は、断熱タンク31、冷媒配管32、冷媒ポンプ33、冷却器34および制御部35を備える。

【0022】

空調システム6において、冷媒配管64は、放熱器61、コンプレッサー62およびエバポレーター63の間に設けられている。また、冷媒配管64は、TESS3に設けられた冷媒配管32と接続されている。冷媒配管64を流れる冷媒の経路は、バルブ65a～65dによって制御される。

50

【0023】

エバポレーター63は、冷媒を減圧して気化させることにより冷気を生成する。ブロワー66およびファン67は、エバポレーター63で生成された冷気を送風する。これにより、BESS2が設置された施設の冷却が行われる。コンプレッサー62は、エバポレーター63で気化された冷媒を圧縮する。放熱器61は、コンプレッサー62で圧縮された冷媒を放熱して液化する。制御部68は、図1のエネルギー管理装置7からの指令に応じて、これら空調システム6の各構成要素の動作を制御する。

【0024】

空調システム6は、エネルギー管理装置7からの指令に従い、通常モードまたは蓄熱モードのいずれかの動作モードで動作することができる。通常モードで動作する場合、制御部68は、バルブ65aおよび65bを閉じて、バルブ65cおよび65dを開くように各バルブを制御する。また、図1の送電網9から供給される電力を用いて、放熱器61、コンプレッサー62およびエバポレーター63を動作させる。これにより、冷媒配管64を介して冷媒を放熱器61、コンプレッサー62およびエバポレーター63に循環させ、施設の冷却が行われるようにする。

【0025】

一方、蓄熱モードで動作する場合、制御部68は、バルブ65aおよび65bを開いて、バルブ65cおよび65dを閉じるように各バルブを制御する。また、放熱器61およびコンプレッサー62の動作を停止し、エバポレーター63のみを動作させる。これにより、空調システム6の冷媒配管64およびTESS3の冷媒配管32を通して冷媒が流れるようにする。

【0026】

TESS3において、断熱タンク31には、温度に応じてその構造（形態）が変化する相変化物質、たとえば水（氷）等が貯蔵されている。断熱タンク31は、冷媒配管32と接続されていると共に、冷却器34が取り付けられている。冷媒配管32には、冷媒配管32内で冷媒を循環させるための冷媒ポンプ33が設けられている。制御部35は、図1のエネルギー管理装置7からの指令に応じて、これらTESS3の各構成要素の動作を制御する。

【0027】

TESS3は、エネルギー管理装置7からの指令に従い、氷貯蔵モードまたは氷冷却モードのいずれかの動作モードで動作することができる。氷貯蔵モードで動作する場合、制御部35は、BESS2の電池4からPCS5を介して供給される電力、または図1の送電網9から供給される電力を用いて、冷却器34を動作させる。これにより、断熱タンク31内の水を冷却器34で冷却して氷に変化させる。

【0028】

一方、氷冷却モードで動作する場合、制御部35は、BESS2の電池4からPCS5を介して供給される電力、または図1の送電網9から供給される電力を用いて、冷媒ポンプ33を動作させる。このとき同時に空調システム6を蓄熱モードで動作させることにより、前述のように、空調システム6の冷媒配管64およびTESS3の冷媒配管32を通して冷媒が流れるようにする。これにより、断熱タンク31内に貯蔵されている氷により冷却された冷媒が、冷媒配管64および冷媒配管32を介して空調システム6のエバポレーター63に流れるようにして、施設の冷却を行うようにする。なお、断熱タンク31内に貯蔵されている氷は、冷媒から熱を吸収することで溶けて水になる。

【0029】

図3は、エネルギー管理装置7の入出力信号および機能構成を示す図である。

【0030】

エネルギー管理装置7には、図1の管理センター10から通信端末8を介して、BESS2が送電網9に対して充放電すべき電力の要求値を表す充放電要求信号P__RTOおよび電気料金の情報が入力される。また、不図示の電流センサおよび電圧センサから、電池4の入出力電流を表す電池電流信号I__Batteryおよび電池4の電圧を表す電池電

圧信号 $V_Battery$ がそれぞれ入力される。また、不図示の温度センサから、BESS 2 の周囲温度を表す周囲温度情報 $T_ambient$ および電池 4 の温度を表す電池温度情報 T_cells が入力される。また、図 2 に示した TESS 3 の制御部 35 から、TESS 3 の状態を表す TESS 状態信号 $TESS_state$ が入力される。

【0031】

エネルギー管理装置 7 は、電池容量計算部 71、SOC 計算部 72、電力配分計算部 73、動作モード設定部 74 および記憶部 75 の機能モジュールを有する。エネルギー管理装置 7 は、所定のプログラムをコンピュータで実行することにより、これらの機能モジュールを実現することができる。

【0032】

電池容量計算部 71 は、電池電流信号 $I_Battery$ 、電池電圧信号 $V_Battery$ および電池温度情報 T_cells に基づいて、電池 4 の現在の充電容量を計算する。SOC 計算部 72 は、電池容量計算部 71 により計算された電池 4 の現在の充電容量と、電池電流信号 $I_Battery$ 、電池電圧信号 $V_Battery$ および電池温度情報 T_cells に基づいて、電池 4 の SOC を計算する。電力配分計算部 73 は、SOC 計算部 72 により計算された電池 4 の SOC と、充放電要求信号 P_RTO および TESS 状態信号 $TESS_state$ に基づいて、冷媒ポンプ 33 や冷却器 34 を動作させるための TESS 3 の消費電力と電池 4 の充放電電力の間での電力配分を計算する。電力配分計算部 73 による電力配分の計算結果は、TESS 電力信号 P_TESS 、電池電力信号 $P_Battery$ として、TESS 3 の制御部 35 と BESS 2 の電池 4 および PCS 5 にそれぞれ出力される。動作モード設定部 74 は、電力配分計算部 73 により計算された電力配分に基づいて、空調システム 6 の動作モードおよび TESS 3 の動作モードを設定する。動作モード設定部 74 によるこれらの動作モードの設定結果は、空調システム 6 の制御部 68 と TESS 3 の制御部 35 にそれぞれ出力される。記憶部 75 には、電池容量計算部 71、SOC 計算部 72、電力配分計算部 73、動作モード設定部 74 においてそれぞれ用いられる各種のデータが記憶されている。

【0033】

エネルギー管理装置 7 は、電池 4 の SOC が所定の SOC 範囲内に維持されるように、電池 4 と PCS 5 をそれぞれ制御する。このときの SOC 範囲の最小値と最大値をそれぞれ $SOC_min(\%)$ 、 $SOC_max(\%)$ と表すと、これらの値は、電池 4 の劣化特性や安全面を考慮して、以下の式 (1) の関係を満たすように設定される。

$$0 \leq SOC_min < SOC_max \leq 100 \quad \cdots (1)$$

【0034】

電池 4 が充電される場合、電池 4 の SOC は次第に増加して SOC_max に近づいていく。SOC が最大値 SOC_max に到達すると、エネルギー管理装置 7 は PCS 5 に対して、電池 4 が放電可能となるまで充電を停止するように指示する。一方、電池 4 が放電される場合、電池 4 の SOC は次第に減少して SOC_min に近づいていく。SOC が最小値 SOC_min に到達すると、エネルギー管理装置 7 は PCS 5 に対して、電池 4 が充電可能となるまで放電を停止するように指示する。このとき、劣化により電池 4 の充電容量が低下していると、新品の場合に比べて、電池 4 の SOC が SOC_max または SOC_min に到達しやすくなる。

【0035】

送電網 9 に対するエネルギー貯蔵管理システム 1 全体での入出力電力を P_sys と表すと、この入出力電力 P_sys の値が充放電要求信号 P_RTO と一致していれば、管理センター 10 からの要求に対するエネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率は 100% となる。しかし、入出力電力 P_sys の値が充放電要求信号 P_RTO と一致していなければ、稼働率は 0% 以上 100% 未満となり、その差が大きくなるほど稼働率が低下することになる。

【0036】

一般的に、BESS が提供する電力安定化サービスによって得られる利益は、BESS

の稼働率の値に比例して変化する。そのため、稼働率をなるべく高い値に維持することが好ましいが、上記のように劣化により電池の充電容量が低下すると、充放電可能なSOC範囲が狭くなるため、稼働率の維持が困難となる。そこで本実施形態によるエネルギー貯蔵管理システム1では、BESS2とTESS3を併用して用いることで、システム全体での稼働率を維持すると共に、運営コストを低減するようにしている。

【0037】

図4は、本発明の一実施形態に係る電力貯蔵システム(BESS)2および熱エネルギー貯蔵システム(TESS)3の動作例を示すタイムチャート図である。図4において、実線101と破線102は、ある制御対象日(d日目とする)における電池4の充放電電力とTESS3の消費電力をそれぞれ表す。また、実線103は、d日目における電池4のSOCを表す。また、図形104、105は、d日目における空調システム6とTESS3の動作モードをそれぞれ表す。また、実線106、107は、d日目におけるエネルギー貯蔵管理システム1の運用コストと稼働率をそれぞれ表す。一方、実線201と破線202は、翌日(d+1日目とする)における電池4の充放電電力とTESS3の消費電力をそれぞれ表す。また、実線203は、d+1日目における電池4のSOCを表す。また、図形204、205は、d+1日目における空調システム6とTESS3の動作モードをそれぞれ表す。また、実線206、207は、d+1日目におけるエネルギー貯蔵管理システム1の運用コストと稼働率をそれぞれ表す。

【0038】

d日目において、送電網9からの充電を要求する充放電要求信号P__RTOが管理センター10から入力されると、エネルギー管理装置7は、送電網9から電力を吸収して電池4を充電する指令をPCS5に対して出力する。このとき、実線101のように電池4の充放電電力は充電側となり、破線102のようにTESS3の消費電力は0となる。また、実線103のように電池4のSOCは徐々に増加する。図形104、105のように、空調システム6は通常モードで動作しており、TESS3は停止している。その結果、実線106のように、エネルギー貯蔵管理システム1の運用コストは、空調システム6での消費電力に応じた金額となる。また、実線107のように、エネルギー貯蔵管理システム1の稼働率は、電池4が充電されることで100%となる。

【0039】

時刻t1において、実線103のように電池4のSOCが最大値SOC__maxに達すると、エネルギー管理装置7は、電池4の充電を停止する指令をPCS5に対して出力する。これにより、実線101のように電池4の充放電電力は0となる。このとき、TESS3において断熱タンク31内に水が残っており、TESS3が氷貯蔵モードで動作可能であったとする。この場合、エネルギー管理装置7は、TESS3の制御部35に対して、送電網9からの電力を用いて冷却器34を動作する指令を出力する。これにより、図形105のようにTESS3が氷貯蔵モードで動作する。このときの冷却器34の消費電力をP__compressorと表すと、以下の式(2)の関係が成り立つ。

$$P_TESS = P_compressor = P_RTO \quad \cdots (2)$$

【0040】

上記のようにすることで、電池4の充電を停止しても、送電網9からの電力吸収を継続することができる。そのため、実線107のように、エネルギー貯蔵管理システム1の稼働率を100%に維持することができる。

【0041】

その後、時刻t2において、送電網9への放電を要求する充放電要求信号P__RTOが管理センター10から入力されたとする。この場合、エネルギー管理装置7は、電池4を放電して送電網9に電力を放出する指令をPCS5に対して出力する。これにより、実線101のように電池4の充放電電力は放電側となり、実線103のように電池4のSOCは徐々に低下する。また、エネルギー管理装置7は、TESS3の制御部35に対して、氷貯蔵モードでの動作を停止する指令を出力する。これにより、図形105のようにTESS3の動作が停止する。

【0042】

上記のようにすることで、充放電要求信号 P__R T O が充電側から放電側に切り替わった場合にも、実線 107 のように、エネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率を 100% に維持することができる。

【0043】

その後は、翌日まで上記の状態を維持した後、d + 1 日目の時刻 t 3 において、送電網 9 からの充電を要求する充放電要求信号 P__R T O が管理センター 10 から入力されたとする。この場合、エネルギー管理装置 7 は、送電網 9 から電力を吸収して電池 4 を充電する指令を P C S 5 に対して出力する。これにより、実線 201 のように電池 4 の充放電電力は充電側となり、実線 203 のように電池 4 の S O C は徐々に増加する。また、エネルギー管理装置 7 は、T E S S 3 の制御部 35 に対して、T E S S 3 の動作を停止する指令を出力する。これにより、破線 202 のように T E S S 3 の消費電力は 0 となり、図形 205 のように T E S S 3 は停止状態を維持する。その結果、前日の時刻 t 1 までの期間と同様に、実線 206 のように、エネルギー貯蔵管理システム 1 の運用コストは、空調システム 6 での消費電力に応じた金額となる。また、実線 207 のように、エネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率は、電池 4 が充電されることで 100% となる。

【0044】

時刻 t 4 において、実線 203 のように電池 4 の S O C が最大値 S O C__m a x に達すると、エネルギー管理装置 7 は、電池 4 の充電を停止する指令を P C S 5 に対して出力する。これにより、実線 201 のように電池 4 の充放電電力は 0 となる。このとき、T E S S 3 において断熱タンク 31 内には前日に貯蔵された水が残っており、T E S S 3 が氷冷却モードで動作可能であったとする。この場合、エネルギー管理装置 7 は、T E S S 3 の制御部 35 に対して、送電網 9 からの電力を用いて冷媒ポンプ 33 を動作する指令を出力する。また、空調システム 6 の制御部 68 に対して、放熱器 61 およびコンプレッサー 62 の動作を停止すると共に、バルブ 65 a および 65 b を開いて、バルブ 65 c および 65 d を閉じるように各バルブを制御する指令を出力する。これにより、図形 204、205 のように、空調システム 6 が蓄熱モードで動作すると共に、T E S S 3 が氷冷却モードで動作する。

【0045】

上記のようにすることで、電池 4 の充電を停止しても、送電網 9 からの電力吸収を継続することができる。そのため、実線 207 のように、エネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率を 100% に維持することができる。さらに、空調システム 6 において放熱器 61 およびコンプレッサー 62 の動作を停止することで、空調システム 6 の消費電力を減らすことができる。そのため、実線 206 のように、エネルギー貯蔵管理システム 1 の運用コストを大幅に低減することができる。

【0046】

エネルギー貯蔵管理システム 1 は、T E S S 3 の断熱タンク 31 内に貯蔵されている水が全て溶けて水になる時刻 t 5 までの間は、以上説明したような空調システム 6 と T E S S 3 の動作状態を継続することができる。

【0047】

なお、送電網 9 への放電を要求する充放電要求信号 P__R T O が管理センター 10 から入力された場合でも、その重要性が低く、かつ電池 4 の S O C が最大値 S O C__m a x に近いような場合には、上記とは異なる制御をエネルギー管理装置 7 が行ってもよい。具体的には、エネルギー管理装置 7 は、要求された値よりも大きな放電電力で電池 4 を放電し、これにより送電網 9 に電力を放出すると共に T E S S 3 へ電力を供給する指令を P C S 5 に対して出力する。また同時に、エネルギー管理装置 7 は、T E S S 3 の制御部 35 に対して、電池 4 から P C S 5 を介して供給される電力を用いて、冷却器 34 または冷媒ポンプ 33 を動作する指令を出力する。このときに冷却器 34 と冷媒ポンプ 33 のどちらを動作させるかは、T E S S 状態信号 T E S S__s t a t e に基づいて決定すればよい。さらに、冷媒ポンプ 33 を動作させる場合には、空調システム 6 の制御部 68 に対して、放

10

20

30

40

50

熱器 6 1 およびコンプレッサー 6 2 の動作を停止すると共に、バルブ 6 5 a および 6 5 b を開いて、バルブ 6 5 c および 6 5 d を閉じるように各バルブを制御する指令を出力する。その結果、電池 4 の SOC を減少させて充電可能な電力量を増大しつつ、エネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率を高い値に維持することができる。さらに、空調システム 6 を蓄熱モードで動作させることができる場合には、空調システム 6 の消費電力を減らして運用コストの低減を図ることもできる。なお、送電網 9 への放電が要求されていないときに同様の制御を行ってもよい。

【0048】

以上説明したように、本実施形態のエネルギー貯蔵管理システム 1 によれば、電池 4 の SOC が最大値 SOC_{max} に到達した場合でも、システム全体での稼働率を最大限に維持することができる。さらに、TESS 3 の断熱タンク 3 1 内に氷が貯蔵されている場合には、運用コストの低減を図ることもできる。したがって、劣化によって電池 4 の充電容量が低下したとしても、システム運用期間の全体において高い稼働率を維持することができると共に、システム運用コストを減少することができる。

【0049】

以上説明した本発明の一実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

【0050】

(1) BESS 2 は、送電網 9 に対する電力安定化のサービスを提供するものであり、充放電可能な電池 4 と、電池 4 と送電網 9 の間で入出力される電力を相互に変換する PCS 5 と、電池 4 の温度を調節する空調システム 6 と、BESS 2 の動作を制御するエネルギー管理装置 7 とを備える。空調システム 6 は、冷熱エネルギーを貯蔵可能な TESS 3 と熱的に結合可能である。エネルギー管理装置 7 は、電池 4 の充電状態および TESS 3 の冷熱エネルギー貯蔵状態に基づいて、空調システム 6 および TESS 3 の動作を制御すると共に、電池 4 の充放電を制御する。このようにしたので、冷熱エネルギーを貯蔵可能な熱エネルギー蓄積装置である TESS 3 を用いて、BESS 2 の有用性維持や運用コスト低減を図ることができる。

【0051】

(2) TESS 3 は、水または氷が貯蔵された断熱タンク 3 1 と、断熱タンク 3 1 に貯蔵された水を冷却して氷に変化させる冷却器 3 4 と、断熱タンク 3 1 と空調システム 6 を熱的に結合するための冷媒配管 3 2 と、冷媒配管 3 2 内で冷媒を循環させる冷媒ポンプ 3 3 とを備える。エネルギー管理装置 7 は、氷貯蔵モードまたは氷冷却モードのいずれかの動作モードにより TESS 3 を動作させる。氷貯蔵モードで動作する場合、TESS 3 は、冷却器 3 4 を動作させることで、断熱タンク 3 1 に貯蔵された水を冷却して氷に変化させる。一方、氷冷却モードで動作する場合、TESS 3 は、冷媒ポンプ 3 3 を動作させることで、断熱タンク 3 1 に貯蔵された氷により冷却された冷媒が冷媒配管 3 2 を介して空調システム 6 に流れるようにする。このようにしたので、状況に応じて、TESS 3 に冷熱エネルギーを蓄積したり、TESS 3 に蓄積された冷熱エネルギーを空調システム 6 で利用したりすることができる。

【0052】

(3) 空調システム 6 は、冷媒配管 6 4 と、冷媒配管 6 4 を流れる冷媒を減圧して気化させることにより冷気を生成するエバポレーター 6 3 と、エバポレーター 6 3 で気化された冷媒を圧縮するコンプレッサー 6 2 と、コンプレッサー 6 2 で圧縮された冷媒を放熱して液化する放熱器 6 1 と、冷媒配管 6 4 を流れる冷媒の経路を放熱器 6 1 または冷媒配管 3 2 のいずれかに切り替えるためのバルブ 6 5 a ~ 6 5 d とを備える。エネルギー管理装置 7 は、通常モードまたは蓄熱モードのいずれかの動作モードにより空調システム 6 を動作させる。通常モードで動作する場合、空調システム 6 は、冷媒配管 6 4 から放熱器 6 1 に冷媒が流れるようにバルブ 6 5 a ~ 6 5 d を動作させると共に、エバポレーター 6 3、コンプレッサー 6 2 および放熱器 6 1 を動作させることで、冷気を生成する。一方、蓄熱モードで動作する場合、空調システム 6 は、冷媒配管 6 4 から冷媒配管 3 2 に冷媒が流れるようにバルブ 6 5 a ~ 6 5 d を動作させると共に、コンプレッサー 6 2 および放熱器 6 1

10

20

30

40

50

を動作させずにエバポレーター 63 を動作させることで、断熱タンク 31 に貯蔵された氷により冷却された冷媒を用いて冷気を生成する。このようにしたので、空調システム 6 内の冷凍サイクルまたは TESS3 に蓄積された冷熱エネルギーのどちらかを利用して、空調システム 6 を動作させることができる。

【0053】

(4) 図 4 の時刻 $t_1 \sim t_2$ の期間のように、断熱タンク 31 に水が貯蔵されており、かつ電池 4 の SOC が所定の最大値 SOC_max のときに、送電網 9 からの充電を要求された場合、エネルギー管理装置 7 は、送電網 9 からの電力を用いて、TESS3 を氷貯蔵モードで動作させると共に、空調システムを通常モードで動作させる。また、図 4 の時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間のように、断熱タンク 31 に氷が貯蔵されており、かつ電池 4 の充電状態が最大値 SOC_max のときに、送電網 9 からの充電を要求された場合、エネルギー管理装置 7 は、TESS3 を氷冷却モードで動作させると共に、空調システム 6 を蓄熱モードで動作させる。このようにしたので、電池 4 がそれ以上充電できない場合にも、送電網 9 からの電力吸収を継続し、エネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率を維持することができる。さらに加えて、エネルギー貯蔵管理システム 1 の運用コストを低減することもできる。

10

【0054】

(5) エネルギー管理装置 7 は、電池 4 からの電力を用いて、TESS3 を氷貯蔵モードまたは氷冷却モードで動作させることもできる。このようにしても、エネルギー貯蔵管理システム 1 の稼働率の維持および運用コストの低減を図ることができる。

20

【0055】

(6) エネルギー管理装置 7 は、電池 4 の充電容量を計算する電池容量計算部 71 と、電池 4 の SOC を計算する SOC 計算部 72 と、TESS3 の消費電力と電池 4 の充放電電力の間での電力配分を計算する電力配分計算部 73 と、空調システム 6 の動作モードおよび TESS3 の動作モードを設定する動作モード設定部 74 とを備える。このようにしたので、エネルギー貯蔵管理システム 1 の制御に必要な機能をエネルギー管理装置 7 において実現することができる。

【0056】

以上説明した実施形態や各種の変化例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれないう限り、本発明はこれらの内容に限定されない。本発明は上述した実施形態や変形例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

30

【符号の説明】

【0057】

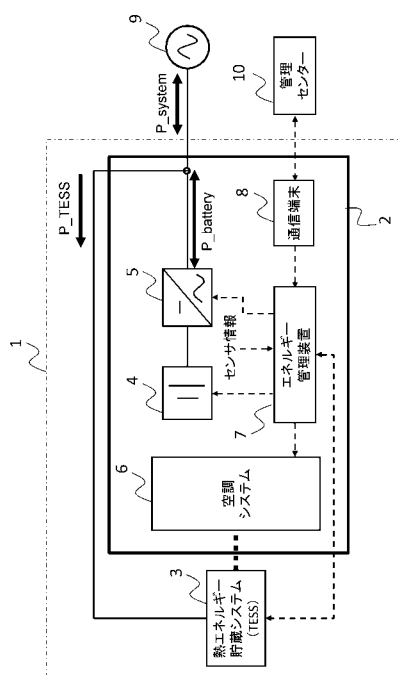
- 1 エネルギー貯蔵管理システム
- 2 電力貯蔵システム (BESS)
- 3 熱エネルギー貯蔵システム (TESS)
- 4 電池
- 5 電力変換装置 (PCS)
- 6 空調システム
- 7 エネルギー管理装置
- 8 通信端末
- 9 送電網
- 10 管理センター
- 31 断熱タンク
- 32 冷媒配管
- 33 冷媒ポンプ
- 34 冷却器
- 35 制御部
- 61 放熱器
- 62 コンプレッサー

40

50

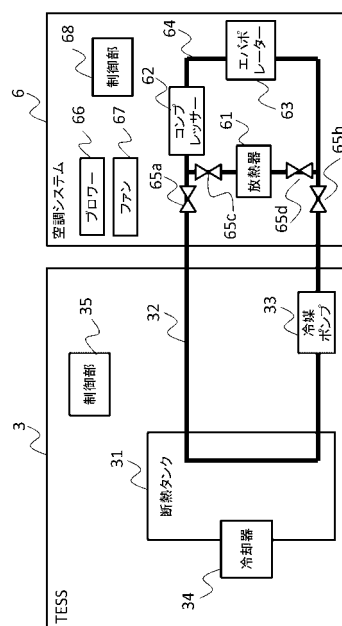
- | | | |
|-------------------------|-----------|--|
| 6 3 | エバポレーター | |
| 6 4 | 冷媒配管 | |
| 6 5 a、6 5 b、6 5 c、6 5 d | バルブ | |
| 6 6 | ブローワー | |
| 6 7 | ファン | |
| 6 8 | 制御部 | |
| 7 1 | 電池容量計算部 | |
| 7 2 | S O C 計算部 | |
| 7 3 | 電力配分計算部 | |
| 7 4 | 動作モード設定部 | |
| 7 5 | 記憶部 | |

【図 1】



一、

【図 2】



2
✖

【図 3】

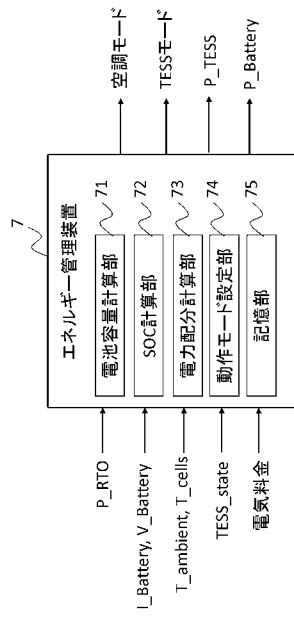


図3

【図 4】

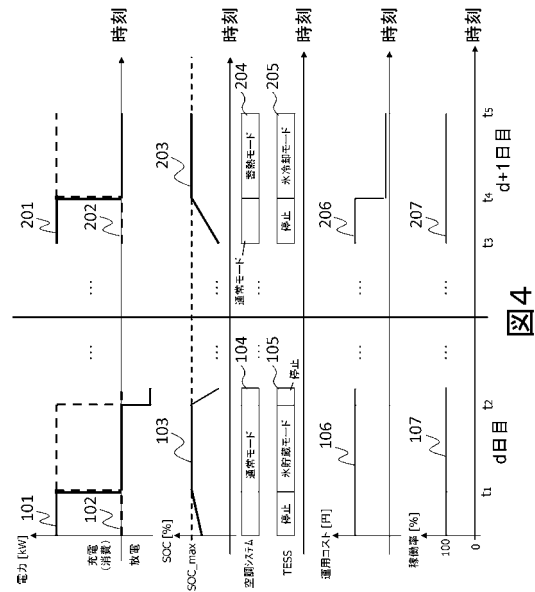


図4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
<i>F 2 4 F</i>	<i>11/02</i>	<i>(2006.01)</i>	F 2 4 F	5/00	1 0 2 K	
<i>H O 2 J</i>	<i>3/28</i>	<i>(2006.01)</i>	F 2 4 F	11/02	1 0 2 B	
<i>H O 1 M</i>	<i>10/663</i>	<i>(2014.01)</i>	H O 2 J	15/00	J	
<i>H O 1 M</i>	<i>10/613</i>	<i>(2014.01)</i>	H O 2 J	3/28		
<i>H O 1 M</i>	<i>10/627</i>	<i>(2014.01)</i>	H O 1 M	10/663		
<i>H O 1 M</i>	<i>10/6569</i>	<i>(2014.01)</i>	H O 1 M	10/613		
<i>H O 1 M</i>	<i>10/659</i>	<i>(2014.01)</i>	H O 1 M	10/627		
			H O 1 M	10/6569		
			H O 1 M	10/659		

F ターム(参考) 3L260 AB01 BA41 BA45 FA02 FB58
 5G066 HA10 HB08 HB09 JA03 JA04 JA05 JB03 JB06
 5G503 AA01 AA08 BB01 CA08 DA07 EA05 GB06
 5H031 AA09 KK03 KK08