

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-523215

(P2012-523215A)

(43) 公表日 平成24年9月27日 (2012.9.27)

(51) Int.Cl.

H02J 3/32 (2006.01)

F I

H02J 3/32

テーマコード (参考)

5G066

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2012-503706 (P2012-503706)
 (86) (22) 出願日 平成22年4月1日 (2010.4.1)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年11月8日 (2011.11.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/029643
 (87) 国際公開番号 W02010/115006
 (87) 国際公開日 平成22年10月7日 (2010.10.7)
 (31) 優先権主張番号 61/165,851
 (32) 優先日 平成21年4月1日 (2009.4.1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 510238959
 イーグルピッチャー テクノロジーズ, エルエルシー
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64801
 , ジョブリン, シー・アンド・ポーター・ストリート (番地なし)
 (74) 代理人 100147485
 弁理士 杉村 憲司
 (74) 代理人 100151677
 弁理士 播磨 里江子
 (74) 代理人 100165940
 弁理士 大谷 令子

最終頁に続く

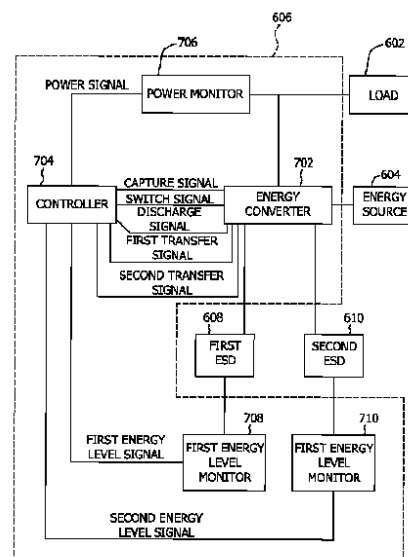
(54) 【発明の名称】 ハイブリッドエネルギー貯蔵システム、該貯蔵システムを含む再生可能エネルギーシステムおよびその使用方法

(57) 【要約】

本開示は一般にエネルギー源からの提供エネルギーの安定化に関し、より詳細には、エネルギーを選択的にキャプチャし提供する複数のタイプのエネルギー貯蔵装置を使用するシステムおよび方法に関する。エネルギー源はエネルギーを提供する。各エネルギー貯蔵装置は、負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源からの提供エネルギーを選択的にキャプチャし、負荷の現在のエネルギー需要がエネルギー源からの提供エネルギーを上回ったときにエネルギーを選択的に提供する。

【選択図】 図7

FIG. 7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法であり、

第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを該第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最大閾値に達した場合は、第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを該第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップとを備えることを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最大閾値に達したことに応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送するステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルに達したこと、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最大閾値に達したことに応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの転送を停止するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

20

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回ったときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達しない限り、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、且つ前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最小閾値に達したときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達しない限り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

30

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達したことに応答して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送するステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルに達したこと、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達したことに応答して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの転送を停止するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置と前記第 2 のエネルギー貯蔵装置との間でエネルギーを所定の時間間隔で転送するステップを更に備え、該転送するステップは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルより高い場合は、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを提供するステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルより低い場合は、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを提供するステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルに達したとき、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最小閾値ま

40

50

たは前記第 2 の最大閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの提供、または第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの提供を停止するステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の第 2 の所定レベルを、前記負荷のエネルギー需要プロファイルに応じて変更するステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記第 2 の所定レベルを、前記エネルギー源のエネルギー出力プロファイルに応じて変更するステップと、

前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方におけるエネルギーのキャプチャを、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の貯蔵効率もしくは放電効率の低下、当該エネルギー貯蔵装置の容量の低下、当該エネルギー貯蔵装置のサイクル数および当該エネルギー貯蔵装置の歪みに応じて防止するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする前記ステップは、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーを、前記第 1 のエネルギー源のインテークレート閾値を上限として、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを更に含み、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする前記ステップは、前記負荷の現在のエネルギー需要と前記第 1 のエネルギー源の前記インテークレート閾値との合計を上回るエネルギーを前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを更に含むことを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーと前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値との合計を上回り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の方法であり、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの前記インテークレート閾値ならびに前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうちの少なくとも 1 つに応じて決定するステップを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の方法であり、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート

10

20

30

40

50

閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、前記負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよび前記エネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうちの少なくとも1つに応じて変更するステップを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項11】

請求項1に記載の方法であり、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第2の最大閾値に達した場合は、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを第3のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを更に備え、

前記第1のエネルギー貯蔵装置はリチウムベース電気化学セルアレイを含み、

前記第2のエネルギー貯蔵装置はナトリウム硫黄電気化学セルアレイおよびニッケルカドミウム電気化学セルアレイのうちの少なくとも一方を含み、

前記第3のエネルギー貯蔵装置は鉛酸電気化学セルアレイを含み、

前記第3のエネルギー貯蔵装置は前記第2のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きく、

前記第2のエネルギー貯蔵装置は前記第1のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きいことを特徴とする方法。

【請求項12】

負荷に電力を提供するシステムであり、

電力を提供するエネルギー源と、

前記エネルギー源からの電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を前記負荷に選択的に提供する第1のエネルギー貯蔵装置と、

前記エネルギー源からの電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を前記負荷に選択的に提供する第2のエネルギー貯蔵装置と、

エネルギーフローコントローラとを備え、該エネルギーフローコントローラは、

前記エネルギー源からの提供電力と前記負荷の現在のエネルギー需要との差をモニタし、モニタした差を示す電力信号を生成する電力モニタと、

前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第1のエネルギーレベル信号を提供する第1のエネルギーレベルモニタと、

前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第2のエネルギーレベル信号を提供する第2のエネルギーレベルモニタと、

キャプチャ信号に応答して、前記エネルギー源からの電力を前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方のエネルギー貯蔵装置用の電力に変換し、スイッチ信号に応答して、変換した前記電力を前記第1のエネルギー貯蔵装置および前記第2のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方に送るエネルギー変換器と、

前記電力信号、前記第1のエネルギーレベル信号および前記第2のエネルギーレベル信号を受信するコントローラとを含み、該コントローラは、前記エネルギー源からの提供電力が前記負荷の現在のエネルギー需要を上回ることを前記電力信号から判定し、また、前記キャプチャ信号および前記スイッチ信号を前記エネルギー変換器に提供することにより、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値に達したことが前記第1のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源からの提供エネルギーが前記第1のエネルギー貯蔵装置にキャプチャされるようにし、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値に達したことが前記第1のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記スイッチ信号を変更して、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達したことが前記第2のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記エネルギー変換器から前記第2のエネルギー貯蔵装置に前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーが送られるようにすることを特徴とするシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

請求項 12 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は、前記エネルギー源からの電力を、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のうち少なくとも一方に貯蔵されるエネルギーに変換する整流器と、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のうち少なくとも一方からのエネルギーを前記負荷用の電力に変換するインバータとを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 14】

請求項 12 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、前記コントローラからの第 1 の転送信号に応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送し、

10

前記コントローラは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最大閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたときに前記第 1 の転送信号を提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルに達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたこと、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最大閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたことに応答して、前記第 1 の転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

【請求項 15】

20

請求項 12 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、放電信号に応答して、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうち少なくとも一方からのエネルギーを前記負荷用の電力に変換し、前記スイッチ信号に応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置と前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のどちらからのエネルギーを変換すべきかを決定し、前記コントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回ったことが前記電力信号によって示されたときに、前記放電信号および前記スイッチ信号を前記エネルギー変換器に提供することにより、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されない限り、エネルギーが前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から提供されるようにし、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記スイッチ信号を変更して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置からのエネルギーが前記エネルギー変換器によって前記負荷用に変換されるようにすることを特徴とするシステム。

30

【請求項 16】

請求項 12 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、第 2 の転送信号に応答して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送し、

40

前記コントローラは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最小閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたことに応答して、前記第 2 の転送信号を前記エネルギー変換器に提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルに達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたこと、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最小閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたことに応答して、前記エネルギー変換器への前記第 2 の転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

【請求項 17】

請求項 12 に記載のシステムであり、

50

前記コントローラは、前記第 1 の転送信号および前記第 2 の転送信号のうち的一方を前記エネルギー変換器に所定の時間間隔で選択的に提供し、

前記コントローラは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルより高いことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記第 1 のエネルギー転送信号を提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルより低いことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記第 2 のエネルギー転送信号を提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルに達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたとき、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最小閾値または前記第 2 の最大閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたときは、前記第 1 のエネルギー転送信号または前記第 2 のエネルギー転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

10

【請求項 18】

請求項 12 に記載のシステムであり、

前記コントローラは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の第 2 の所定レベルを、前記負荷のエネルギー需要プロファイルに応じて変更し、

20

前記コントローラは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記第 2 の所定レベルを、前記エネルギー源のエネルギー出力プロファイルに応じて変更し、

前記コントローラは、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうち少なくとも一方におけるエネルギーのキャプチャを、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の貯蔵効率もしくは放電効率の低下、当該エネルギー貯蔵装置の容量の低下、当該エネルギー貯蔵装置のサイクル数および当該エネルギー貯蔵装置の歪みに応じて防止することを特徴とするシステム。

【請求項 19】

請求項 12 に記載のシステムであり、

30

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを、前記第 1 のエネルギー源のインテークレート閾値を上限として、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャし、

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要と前記第 1 のエネルギー源の前記インテークレート閾値との合計を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャすることを特徴とするシステム。

【請求項 20】

請求項 12 に記載のシステムであり、

40

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供し、

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーと前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値との合計を上回り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供することを特徴とするシステム。

【請求項 21】

請求項 19 に記載のシステムであり、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの前記インテークレート閾値ならびに前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値は、前記エネルギーフローコントローラにより、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有

50

内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうちの少なくとも1つに応じて決定されることを特徴とするシステム。

【請求項22】

請求項19に記載のシステムであり、前記エネルギーフローコントローラは、前記第1のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第2のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第1のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値および前記第2のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、前記負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよび前記エネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうちの少なくとも1つに応じて変更することを特徴とするシステム。

10

【請求項23】

請求項12に記載のシステムであり、電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を選択的に提供する第3のエネルギー貯蔵装置を更に備え、

前記第1のエネルギー貯蔵装置はリチウムベース電気化学セルアレイを含み、

前記第2のエネルギー貯蔵装置はナトリウム硫黄電気化学セルアレイおよびニッケルカドミウム電気化学セルアレイのうちの少なくとも一方を含み、

前記第3のエネルギー貯蔵装置は鉛酸電気化学セルアレイを含み、

前記第3のエネルギー貯蔵装置は前記第2のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きく、

20

前記第2のエネルギー貯蔵装置は前記第1のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きいことを特徴とする方法。

【請求項24】

エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法であり、

第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを該第1のエネルギー貯蔵装置に第1の所定時間にわたってキャプチャするステップと、

前記エネルギー源が前記第1の所定時間経過後も引き続き前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーを生産している場合、または前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第1の最大閾値に達した場合は、第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを該第2のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップとを備えることを特徴とする方法。

30

【請求項25】

請求項24に記載の方法であり、

前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第1の最大閾値に達したことに応答して、前記第1のエネルギー貯蔵装置から前記第2のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送するステップと、

前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の所定レベルに達したこと、または前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第2の最大閾値に達したことに応答して、前記第1のエネルギー貯蔵装置から前記第2のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの転送を停止するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

40

【請求項26】

請求項24に記載の方法であり、

前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第2の最大閾値に達したことに応答して、前記第2のエネルギー貯蔵装置から前記第1のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送するステップと、

前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の所定レベルに達したこと、または前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の所定レベルに達したこ

50

とにตอบสนองして、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの転送を停止するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 27】

請求項 24 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回ったときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達しない限り、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを第 2 の所定時間にわたって提供するステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記第 2 の所定時間経過後も引き続き前記エネルギー源の生産エネルギーを上回る場合、または前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最大閾値に達した場合は、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達しない限り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

10

【請求項 28】

請求項 24 に記載の方法であり、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達したことにตอบสนองして、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送するステップと、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の所定レベルに達したこと、または前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最小閾値に達したことにตอบสนองして、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの転送を停止するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

20

【請求項 29】

請求項 24 に記載の方法であり、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置と前記第 2 のエネルギー貯蔵装置との間でエネルギーを所定の時間間隔で転送するステップを更に備え、該転送するステップは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルより高い場合は、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを提供するステップと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルより低い場合は、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを提供するステップと、

30

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルに達したとき、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最小閾値または第 2 の最大閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの提供、または第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置へのエネルギーの提供を停止するステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項 30】

請求項 24 に記載の方法であり、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の第 2 の所定レベルを、前記負荷のエネルギー需要プロファイルに応じて変更するステップと、

40

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記第 2 の所定レベルを、前記エネルギー源のエネルギー出力プロファイルに応じて変更するステップと、

前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方におけるエネルギーのキャプチャを、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の貯蔵効率もしくは放電効率の低下、当該エネルギー貯蔵装置の容量の低下、当該エネルギー貯蔵装置のサイクル数および当該エネルギー貯蔵装置の歪みに応じて防止するステップとを更に備

50

えることを特徴とする方法。

【請求項 3 1】

請求項 2 4 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする前記ステップは、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーを、前記第 1 のエネルギー源のインターレート閾値を上限として、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを更に含み、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする前記ステップは、前記負荷の現在のエネルギー需要と前記第 1 のエネルギー源の前記インターレート閾値との合計を上回るエネルギーを前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを更に含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 3 2】

請求項 2 4 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーと前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値との合計を上回り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

20

【請求項 3 3】

請求項 3 1 に記載の方法であり、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの前記インターレート閾値ならびに前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインター効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうち少なくとも 1 つに応じて決定するステップを更に備えることを特徴とする方法。

30

【請求項 3 4】

請求項 3 1 に記載の方法であり、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記インターレート閾値、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記インターレート閾値、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、前記負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよび前記エネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうち少なくとも 1 つに応じて変更するステップを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 3 5】

請求項 2 4 に記載の方法であり、エネルギーが前記第 2 のエネルギー貯蔵装置に第 2 の所定時間にわたってキャプチャされ、前記方法は、

40

前記エネルギー源が前記第 2 の所定時間経過後も引き続き前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーを生産している場合、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最大閾値に達した場合は、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを第 3 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを更に備え、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置はリチウムベース電気化学セルアレイを含み、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置はナトリウム硫黄電気化学セルアレイおよびニッケルカドミウム電気化学セルアレイのうち少なくとも一方を含み、

前記第 3 のエネルギー貯蔵装置は鉛酸電気化学セルアレイを含み、

50

前記第 3 のエネルギー貯蔵装置は前記第 2 のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きく、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置は前記第 1 のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きいことを特徴とする方法。

【請求項 3 6】

負荷に電力を提供するシステムであり、

電力を提供するエネルギー源と、

前記エネルギー源からの電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を前記負荷に選択的に提供する第 1 のエネルギー貯蔵装置と、

前記エネルギー源からの電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を前記負荷に選択的に提供する第 2 のエネルギー貯蔵装置と、

エネルギーフローコントローラとを備え、該エネルギーフローコントローラは、

前記エネルギー源からの提供電力と前記負荷の現在のエネルギー需要との差をモニタし、モニタした差を示す電力信号を生成する電力モニタと、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第 1 のエネルギーレベル信号を提供する第 1 のエネルギーレベルモニタと、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第 2 のエネルギーレベル信号を提供する第 2 のエネルギーレベルモニタと、

キャプチャ信号に応答して、前記エネルギー源からの電力を前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方のエネルギー貯蔵装置用の電力に変換し、スイッチ信号に応答して、変換した前記電力を前記第 1 のエネルギー貯蔵装置および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方に送るエネルギー変換器と、

前記電力信号、前記第 1 のエネルギーレベル信号および前記第 2 のエネルギーレベル信号を受信するコントローラとを含み、該コントローラは、前記エネルギー源からの提供電力が前記負荷の現在のエネルギー需要を上回ることを前記電力信号から判定し、また、前記キャプチャ信号および前記スイッチ信号を前記エネルギー変換器に提供することにより、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最大閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源からの提供エネルギーが前記第 1 のエネルギー貯蔵装置に第 1 の所定時間にわたってキャプチャされるようにし、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最大閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記スイッチ信号を変更して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最大閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記エネルギー変換器から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置に前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーが送られるようにすることを特徴とするシステム。

【請求項 3 7】

請求項 3 6 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は、前記エネルギー源からの電力を、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方に貯蔵されるエネルギーに変換する整流器と、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方からのエネルギーを前記負荷用の電力に変換するインバータとを含むことを特徴とするシステム。

【請求項 3 8】

請求項 3 6 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、前記コントローラからの第 1 の転送信号に応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送し、

前記コントローラは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の最大閾値に達したこ

とが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたときに前記第 1 の転送信号を提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルに達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたこと、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最大閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたことに応答して、前記第 1 の転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

【請求項 39】

請求項 36 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、前記コントローラからの第 2 の転送信号に応答して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送し、

前記コントローラは、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最大閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたときに前記第 2 の転送信号を提供し、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の所定レベルに達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたこと、または前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の所定レベルに達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたことに応答して、前記第 2 の転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

【請求項 40】

請求項 36 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、放電信号に応答して、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方からのエネルギーを前記負荷用の電力に変換し、前記スイッチ信号に応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置と前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のどちらからのエネルギーを変換すべきかを決定し、前記コントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回ったことが前記電力信号によって示されたときに、前記放電信号および前記スイッチ信号を前記エネルギー変換器に提供することにより、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されない限り、エネルギーが前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から第 2 の所定時間にわたって提供されるようにし、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記スイッチ信号を変更して、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置からのエネルギーが前記エネルギー変換器によって前記負荷用に変換されるようにすることを特徴とするシステム。

【請求項 41】

請求項 36 に記載のシステムであり、前記エネルギー変換器は更に、前記コントローラからの第 1 の転送信号に応答して、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを転送し、

前記コントローラは、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の最小閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたときに前記第 1 の転送信号を提供し、

前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 2 の所定レベルに達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたこと、または前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最小閾値に達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたことに応答して、前記第 1 の転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

【請求項 42】

請求項 36 に記載のシステムであり、

前記コントローラは、前記第 1 の転送信号および前記第 2 の転送信号のうち的一方を前記エネルギー変換器に所定の時間間隔で選択的に提供し、

前記コントローラは、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルより高いことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記第 1 のエネルギー転送信号を提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルより低いことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記第 2 のエネルギー転送信号を提供し、

前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 1 の所定レベルに達したことが前記第 1 のエネルギーレベル信号によって示されたとき、または前記第 2 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第 2 の最小閾値または前記第 2 の最大閾値に達したことが前記第 2 のエネルギーレベル信号によって示されたときは、前記第 1 のエネルギー転送信号または前記第 2 のエネルギー転送信号の提供を停止することを特徴とするシステム。

10

【請求項 4 3】

請求項 3 6 に記載のシステムであり、

前記コントローラは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の第 2 の所定レベルを、前記負荷のエネルギー需要プロファイルに応じて変更し、

20

前記コントローラは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記第 1 の所定レベルおよび前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記第 2 の所定レベルを、前記エネルギー源のエネルギー出力プロファイルに応じて変更し、

前記コントローラは、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のうち少なくとも一方におけるエネルギーのキャプチャを、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の貯蔵効率もしくは放電効率の低下、当該エネルギー貯蔵装置の容量の低下、当該エネルギー貯蔵装置のサイクル数および当該エネルギー貯蔵装置の歪みに応じて防止することを特徴とするシステム。

【請求項 4 4】

請求項 3 6 に記載のシステムであり、

30

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを、前記第 1 のエネルギー源のインテークレート閾値を上限として、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャし、

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要と前記第 1 のエネルギー源の前記インテークレート閾値との合計を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャすることを特徴とするシステム。

【請求項 4 5】

請求項 3 6 に記載のシステムであり、

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供し、

40

前記エネルギーフローコントローラは、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーと前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値との合計を上回り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供することを特徴とするシステム。

【請求項 4 6】

請求項 4 4 に記載のシステムであり、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの前記インテークレート閾値ならびに前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値は、前記エネルギーフローコントローラにより、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有

50

内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうちの少なくとも1つに応じて決定されることを特徴とするシステム。

【請求項47】

請求項44に記載のシステムであり、前記エネルギーフローコントローラは、前記第1のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第2のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第1のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値および前記第2のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、前記負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよび前記エネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうちの少なくとも1つに応じて変更することを特徴とするシステム。

10

【請求項48】

請求項36に記載のシステムであり、電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を選択的に提供する第3のエネルギー貯蔵装置を更に備え、

前記第1のエネルギー貯蔵装置はリチウムベース電気化学セルアレイを含み、

前記第2のエネルギー貯蔵装置はナトリウム硫黄電気化学セルアレイおよびニッケルカドミウム電気化学セルアレイのうちの少なくとも一方を含み、

前記第3のエネルギー貯蔵装置は鉛酸電気化学セルアレイを含み、

前記第3のエネルギー貯蔵装置は前記第2のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きく、

20

前記第2のエネルギー貯蔵装置は前記第1のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きいことを特徴とする方法。

【請求項49】

エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを、前記第1のエネルギー源のインテークレート閾値を上限として、該第1のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要と前記第1のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値との合計を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを第2のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップとを備えることを特徴とする方法。

30

【請求項50】

請求項49に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、前記第1のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第1のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーと前記第1のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値との合計を上回り、前記第2のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第2のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

40

【請求項51】

請求項49に記載の方法であり、前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの前記インテークレート閾値ならびに前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値は、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうちの少なくとも1つに応じて決定されることを特徴とするシステム。

【請求項52】

50

請求項 4 9 に記載の方法であり、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、前記負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよび前記エネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうち少なくとも 1 つに応じて変更するステップを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 5 3】

エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーが第 1 のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値を上回らない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記生産エネルギーを該第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーが前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーインテークレート閾値を上回った場合は、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記生産エネルギーを第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップとを備えることを特徴とする方法。

【請求項 5 4】

請求項 5 3 に記載の方法であり、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置は、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値よりも大きいインテークレート閾値を有することを特徴とする方法。

【請求項 5 5】

請求項 5 3 に記載の方法であり、

前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の提供エネルギーを上回り、且つ前記負荷の現在のエネルギー需要と前記エネルギー源の生産エネルギーとの差が前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値を下回るときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップと、

前記負荷の現在のエネルギー需要と前記エネルギー源の提供エネルギーとの差が前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を上回るときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップとを更に備えることを特徴とする方法。

【請求項 5 6】

請求項 5 3 に記載の方法であり、前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの前記インテークレート閾値ならびに前記第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値は、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうち少なくとも 1 つに応じて決定されることを特徴とする方法。

【請求項 5 7】

請求項 5 3 に記載の方法であり、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記インテークレート閾値、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値および前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、前記負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよび前記エネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうち少なくとも 1 つに応じて変更するステップを更に備えることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

(関連出願の相互参照)

本願は、米国仮特許出願第 6 1 / 1 6 5 , 8 5 1 号 (出願日 : 2 0 0 9 年 4 月 1 日) の優先権を主張するものであり、当該米国仮特許出願の内容全体を参照により本明細書に援用する。

【 0 0 0 2 】

本開示は一般に、エネルギー源からの提供エネルギーを安定化させるシステムおよび方法に関し、より詳細には、複数のタイプのエネルギー貯蔵装置を使用して、再生可能エネルギー源および再生不能エネルギー源を含めた諸種のエネルギー源から供給されるエネルギーを選択的にキャプチャし、提供するシステムおよび方法に関する。

10

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

世界人口の増加に伴い、電気エネルギーの消費需要が増加している。発電所のエネルギー源としては化石燃料 (例えば石炭、石油および天然ガス) が長年使用されている。化石燃料を燃焼させると大気汚染物質 (例えば二酸化炭素) が発生する。このような排出物は環境に悪影響を及ぼし、気候変動に関与する恐れがある。更に、大気汚染物質の減少を図るため、許容大気汚染物質を制限するための法律が可決された国も存在する。このような法律は一般に化石燃料に基づく電気エネルギーの生成コストを増大させる。世界中の化石燃料鉱床は消費に見合うペースで補給されないため枯渇しつつある。化石燃料の使用権は世界の政治経済状況にしばしば左右される。これらの要因は、化石燃料から生成されるエネルギー価格の上昇および不安定化をもたらす。

20

【 0 0 0 4 】

化石燃料を利用したエネルギー生産による環境汚染、化石燃料埋蔵量の減少、化石燃料価格の上昇、化石燃料価格の乱高下および政府規制の問題の解決策は、再生可能エネルギー源のような他のエネルギー源を使用して電気エネルギーを生成することである。現在、風力、太陽光 (例えば光起電力) 、地熱といった再生可能エネルギー源が商業ベースで利用可能となっている。これらの方法を使用して生産される電気のコストは、そのような電気の利用の拡大および基盤技術の高度化により概ね減少傾向にある。したがって、再生可能エネルギー源はコスト面や利用可能性だけでなく、電気エネルギー生産における化石燃料の利用に関連する環境上の懸念に対しても潜在的な解決策を提示する。

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

再生可能エネルギー源に関連する欠点の 1 つは、それらのエネルギー生産が日陰や風力不足、天気といったオペレータの制御範囲を超える諸種の要因に依存し得ることである。例えば、太陽の日照時間は 2 4 時間ではなく、風も 2 4 時間吹き続けるわけではない。したがって、太陽電池および風力タービンは 2 4 時間出力される安定したエネルギーを生産することができない。一方、これらのエネルギー源から比較的安定した電力出力を得ることが望まれている。逆に言えば、化石燃料によって給電されるガスタービン発電機のようなエネルギー源のピーク効率は発電機の設計によって決まる出力レベルで達成されるため、このような発電機はピーク効率に関連する特定の出力レベルで動作させることが望ましい。しかしながら、上記のとおりエネルギー需要は大きく変動する可能性がある。このような各シナリオにおいて、エネルギー源から負荷に提供される電力を増強するシステムが望まれている。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本開示は、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法に関するものである。第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第 1 の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベル

50

が前記第1の最大閾値に達した場合は、第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを該第2のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。一実施形態において、前記エネルギー源から前記負荷に提供されるエネルギーを安定化させる別の態様は、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回ったときは、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最小閾値に達しない限り、前記第1のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供するステップを備える。前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第1の最小閾値に達し、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回った場合は、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最小閾値に達しない限り、前記第2のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供する。

【0007】

本開示は更に、負荷に電力を提供するシステムに関するものでもある。本システムは、エネルギー源と、第1のエネルギー貯蔵装置と、第2のエネルギー貯蔵装置と、エネルギーフローコントローラとを備える。前記エネルギー源は電力を提供し、前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置はエネルギー源からの電力を選択的にキャプチャし、電力を前記負荷に選択的に提供する。前記エネルギーフローコントローラは、電力モニタと、第1のエネルギーレベルモニタと、第2のエネルギーレベルモニタと、エネルギー変換器と、コントローラとを含む。前記電力モニタは、前記エネルギー源からの提供電力と前記負荷の現在のエネルギー需要との差をモニタし、モニタした差を示す電力信号を前記コントローラ用に生成する。前記第1のエネルギーレベルモニタは、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第1のエネルギーレベル信号を前記コントローラに提供する。前記第2のエネルギーレベルモニタは、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第2のエネルギーレベル信号を前記コントローラに提供する。前記エネルギー変換器は、前記コントローラからのキャプチャ信号に応答して、前記エネルギー源からの電力を前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方のエネルギー貯蔵装置用の電力に選択的に変換し、前記コントローラからのスイッチ信号に応答して、変換した前記電力を前記第1のエネルギー貯蔵装置および前記第2のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方に送る。前記コントローラは、前記エネルギー源からの提供エネルギーが前記負荷の現在のエネルギー需要を上回ることを前記電力信号から判定し、また、前記キャプチャ信号を前記エネルギー変換器に提供することにより、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値に達したことが前記第1のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源からの提供エネルギーが前記第1のエネルギー貯蔵装置にキャプチャされるようにする。前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値に達したことが前記第1のエネルギーレベル信号によって示された場合は、前記コントローラは前記スイッチ信号を変更して、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達したことが前記第2のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記エネルギー変換器から前記第2のエネルギー貯蔵装置に前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーが送られるようにする。

【0008】

本開示は更に、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる別の方法に関するものでもある。第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値を上回らない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源からの提供エネルギーを、該第1のエネルギー貯蔵装置に第1の所定時間にわたってキャプチャする。前記エネルギー源が前記第1の所定時間経過後も引き続き前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーを生産している場合、または前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第1の最大閾値に達した場合は、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達しない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回

る前記エネルギー源の生産エネルギーを第2のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。一実施形態において、前記エネルギー源から前記負荷に提供される電力を安定化させる別の態様は、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回ったときは、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最小閾値に達しない限り、前記第1のエネルギー蓄積装置から前記負荷にエネルギーを第2の所定時間にわたって提供するステップを備える。前記負荷の現在のエネルギー需要が前記第2の所定時間経過後も引き続き前記エネルギー源の生産エネルギーを上回る場合、または前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第1の最大閾値に達した場合は、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最小閾値に達しない限り、前記第2のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供する。

10

【0009】

本開示は更に、負荷に電力を提供する別のシステムに関するものでもある。本システムは、エネルギー源と、第1のエネルギー貯蔵装置と、第2のエネルギー貯蔵装置と、エネルギーフローコントローラとを備える。前記エネルギー源は電力を提供する。前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置は、エネルギー源からの電力を選択的にキャプチャし、電力を負荷に選択的に提供する。前記エネルギーフローコントローラは、電力モニタと、第1のエネルギーレベルモニタと、第2のエネルギーレベルモニタと、エネルギー変換器と、コントローラとを含む。前記電力モニタは、前記エネルギー源からの提供電力と前記負荷の現在のエネルギー需要との差をモニタし、モニタした差を示す電力信号を前記コントローラ用に生成する。前記第1のエネルギーレベルモニタは、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第1のエネルギーレベル信号を前記コントローラに提供する。前記第2のエネルギーレベルモニタは、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルをモニタし、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルを示す第2のエネルギーレベル信号を前記コントローラに提供する。前記エネルギー変換器は、前記コントローラからのキャプチャ信号に応答して、前記エネルギー源からの電力を前記第1および第2のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方のエネルギー貯蔵装置用の電力に選択的に変換し、前記コントローラからのスイッチ信号に応答して、変換した前記電力を前記第1のエネルギー貯蔵装置および前記第2のエネルギー貯蔵装置のうちの少なくとも一方に送る。前記コントローラは、前記エネルギー源からの提供電力が前記負荷の現在のエネルギー需要を上回ることを前記電力信号から判定し、前記キャプチャ信号を前記エネルギー変換器に提供することにより、前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第1の最大閾値に達したことが前記第1のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源からの提供エネルギーが前記第1のエネルギー貯蔵装置に第1の所定時間にわたってキャプチャされるようにする。前記第1のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが前記第1の最大閾値に達していることが前記第1のエネルギーレベル信号によって示された場合、または前記エネルギー源が前記第1の所定時間後も引き続き前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る電力を生産している場合は、前記コントローラは前記スイッチ信号を変更して、前記第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達したことが前記第2のエネルギーレベル信号によって示されない限り、前記エネルギー変換器から前記第2のエネルギー貯蔵装置に前記負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギーが送られるようにする。

20

30

40

【0010】

本開示は、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる別の方法に関するものでもある。前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを、第1のエネルギー源のインテークレート (intake rate) 閾値を上限として、該第1のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。前記負荷の現在のエネルギー需要と前記第1のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値との合計を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーを第2のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。一実施形態では、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーを上回り、前記第1のエネル

50

ギー貯蔵装置の放電レート (discharge rate) 閾値に達したときは、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供する。前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の生産エネルギーと前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値との合計を上回り、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値に達したときは、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供する。

【0011】

本開示は、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる別の方法に関するものでもある。前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーが前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値を上回らない限り、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記生産エネルギーを第 1 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記エネルギー源の生産エネルギーが前記第 1 のエネルギー貯蔵装置のエネルギーインテークレート閾値を上回った場合は、前記負荷の現在のエネルギー需要を上回る前記生産エネルギーを第 2 のエネルギー貯蔵装置にキャプチャする。一実施形態では、前記負荷の現在のエネルギー需要が前記エネルギー源の提供エネルギーを上回り、且つ前記負荷の現在のエネルギー需要と前記エネルギー源の生産エネルギーとの差が前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値を下回る場合は、前記第 1 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供する。前記負荷の現在のエネルギー需要と前記エネルギー源の提供エネルギーとの差が前記第 1 のエネルギー貯蔵装置の前記放電レート閾値を上回る場合は、前記第 2 のエネルギー貯蔵装置から前記負荷にエネルギーを提供する。

10

20

【0012】

以下で詳述する追加的な特徴の 1 つまたは複数は、本開示の範囲から逸脱しない限り、上記実施形態のうちの 1 つまたは複数に組み込むことができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】負荷に提供されるエネルギーを安定化させるシステムであり、再生可能エネルギー源と、エネルギー変換器と、伝送線路と、エネルギーフローコントローラと、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムとを含むシステムの一実施形態を示すブロック図である。

【図 2】エネルギーフローコントローラが感知制御機能および記憶制御機能を利用する、図 1 のシステムの一構成を示すブロック図である。

30

【図 3】各エネルギー貯蔵装置に関連するエネルギー変換構成要素を有する、図 1 のシステムの一構成を示すブロック図である。

【図 4】記憶制御部がアナログ デジタル変換器と、タイマーと、中央演算処理装置と、通信構成要素とを含む、図 2 のシステムの一構成を示すブロック図である。

【図 5】様々な実施形態および構成に係るハイブリッドエネルギー貯蔵システムの使用および制御方法を示すフローチャートである。

【図 6】エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させるシステムの別の実施形態を示すブロック図である。

【図 7】エネルギーフローコントローラの一構成の詳細を示す図 6 のシステムのブロック図である。

40

【図 8】現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源からの提供電力をキャプチャするエネルギー貯蔵装置を、エネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルおよび容量に応じて選択する方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図 9】現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源からの提供電力をキャプチャするエネルギー貯蔵装置を、負荷の現在のエネルギー需要を上回る電力がエネルギー源によって生産されるまでの所要時間に応じて選択する方法の別の実施形態を示すフローチャートである。

【図 10】負荷に電力を提供するエネルギー貯蔵装置を、エネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルおよび容量に応じて選択する方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図 11】負荷に電力を提供するエネルギー貯蔵装置を、負荷の現在のエネルギー需要が

50

エネルギー源からの提供エネルギーを上回るまでの所要時間に応じて選択する方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図12】現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源からの提供電力を、エネルギー貯蔵装置のインタークレート閾値に応じてキャプチャする方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図13】現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源からの提供電力を、エネルギー貯蔵装置のインタークレート閾値に応じてキャプチャするエネルギー貯蔵装置を選択する方法の別の実施形態を示すフローチャートである。

【図14】複数のエネルギー貯蔵装置間における貯蔵エネルギーのバランス調整方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図15】エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させるシステムの一実施形態を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下の説明は本発明の範囲または利用可能性を限定するものではない。そうではなく、以下の説明は本発明の様々な実施形態を実施するのに有用な例を示すことを目的とする。以下の説明から分かるように、これらの実施形態に記載した方法、構造、装置、システム、構成要素および組成には、本発明の趣旨および範囲から逸脱しない限り様々な変更を施すことが可能である。

【0015】

本開示で使用する「再生可能エネルギー」という用語は、天然資源のうち、エネルギーを取り出しても枯渇しない天然資源から得られるエネルギーを指す。再生可能エネルギー源の例としては、風力、太陽光、水力発電、バイオマスおよび地熱天然資源が挙げられる。後でより詳しく説明するように、本発明の様々な実施形態は、再生可能エネルギー源を既存の電気システムに組み込むためのシステムおよび方法を提供する。

【0016】

本発明の様々な実施形態は、再生可能エネルギー源の損失または伝送線路の損失を迅速且つ正確に感知して、ユーザに対する電気エネルギー供給の中断を防止または緩和する装置を含む。物理パラメータの感知ならびに確率論的および/または適応型制御技術は、最適制御、選択、スイッチング、同期その他の機能を提供することができる。これらの機能は、ユーザに対するエネルギー供給に利用可能ないくつかの異なるエネルギー貯蔵装置のうちの一つを選択し利用するのに必要な機能である。例えば、エネルギー貯蔵装置の充電状態またはエネルギーレベルを判定するためにエネルギー貯蔵装置の電圧を感知することができる。更に、温度、サイクル寿命、電圧のような複数の物理パラメータを使用してエネルギー貯蔵装置の充電状態またはエネルギーレベルを判定することもできる。

【0017】

本開示で使用する「ハイブリッドエネルギー貯蔵システム」という用語は、エネルギーを後の放出のために様々な形態および様々な手法で貯蔵する単一のエネルギー貯蔵装置 (energy storage device: ESD) または互いに接続された複数のエネルギー貯蔵装置 (例えばシリアル構成および/またはパラレル構成で接続されたエネルギー貯蔵装置アレイ) を指す。ハイブリッドエネルギー貯蔵装置での使用に適したエネルギー貯蔵装置の例としては、電気化学セル、電池、燃料電池、蓄電器、圧縮空気槽、フライホイール、揚水発電システム、フロー電池、熱貯蔵システム等が挙げられる。当業者なら、エネルギー貯蔵装置の組合せで構成されるハイブリッドエネルギー貯蔵システムの設計に有用な特徴がエネルギー貯蔵装置によって異なることを理解するであろう。例えば、リチウムまたはリチウムイオンベースの電池は所与の容量に対して相対的に価格が高く、エネルギー密度が高く、サイクル寿命が長い。同様に、フライホイールは一般にサイクル寿命が更に長くなるが、相対的に自己放電率が高い。一方、鉛酸電池は所与の容量に対して相対的に価格が安く、エネルギー密度が低く、サイクル寿命が短い。ナトリウム硫黄ベースの電池は所与の容量、エネルギー密度およびサイクル寿命に対する価格のバランスが良い。ハイブリッド

10

20

30

40

50

エネルギー貯蔵システムを設計する際は、システムの場所および所期の用途によって定まる制約の範囲内で、利用可能なエネルギー貯蔵装置およびそれらの相対的な属性を様々な比率で組み合わせることによりハイブリッドエネルギー貯蔵システムの目的を達成することができる。

【0018】

一部のハイブリッドエネルギー貯蔵装置はシステムの場所によって制限される可能性がある。例えば、圧縮空気槽では典型的には圧縮空気の貯蔵のために大規模な地下空洞等が必要となり、揚水発電システムでは一般に質量および重力をエネルギー貯蔵に利用する故に山地、丘陵、ダム等が必要となる。他のハイブリッドエネルギー貯蔵装置は携帯型とすることもできる。例えば、電気化学セル、電池、フライホイールおよび燃料電池は、本質的に任意の場所に迅速に配備されるようにトレーラまたはトラック取付け可能である。

10

【0019】

本発明の様々な実施形態によれば、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムは、エネルギー密度が異なるセクションもしくは部分または別々のエネルギー貯蔵装置を有する。いくつかのハイブリッドエネルギー貯蔵システムでは、エネルギー密度が貯蔵システムの貯蔵容量と単位重量の比で表される。他のハイブリッドエネルギー貯蔵システムは貯蔵容量と単位体積の比によってより良く説明される。どちらの方法もハイブリッドエネルギー貯蔵システムのエネルギー貯蔵密度を測定する効果的な手法であり得る。

【0020】

上記に加えてまたはその代わりに、例示的なハイブリッドエネルギー貯蔵システムは、エネルギー貯蔵容量が異なるセクションもしくは部分または別々のエネルギー貯蔵装置を含むこともできる。「貯蔵容量」とは、所与のエネルギー貯蔵装置またはシステムにおいてどの程度の量のエネルギーが貯蔵可能であるかを指す。貯蔵容量およびエネルギー貯蔵密度は、主に所与のハイブリッドエネルギー貯蔵システムから所与の期間にわたってどの程度の力が利用可能となるかを決定し得る。

20

【0021】

所与の時点で負荷が必要とする電力量はいくつかの要因に依存する。例えば、住宅の日の必要電力量は変動的であるが、夜間の必要電力量は減少し安定する可能性がある。同様に、工場は住宅よりもずっと多くの電力を必要とし、必要な電力は時間帯によらず相対的に一定であり得る。更に、例えばコンピュータの使用または携帯電話の使用では、より短い期間により少ない電力が必要とされる可能性がある。負荷の必要電力または電気エネルギー量対時間のプロットを、本明細書では「負荷の予想エネルギー需要プロファイル」と称する。

30

【0022】

本明細書で使用する「エネルギー」とは、電力と時間の積を指す。エネルギー源と共に使用するハイブリッドエネルギー貯蔵システムの最適化は、負荷の物理的特徴および用途に依存する可能性がある。物理的特徴および用途としては、負荷の予想エネルギー需要プロファイル、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムのエネルギー密度、エネルギー源の場所、エネルギー源のタイプ、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムの場所およびハイブリッドエネルギー貯蔵システムの携帯性が挙げられる（ただし、これらに限らない）。

40

【0023】

図1を参照すると、再生可能エネルギーシステム102は、再生可能エネルギー源104、エネルギー変換器106、AC電気エネルギー108、伝送線路110、負荷112、エネルギーフローコントローラ114およびハイブリッドエネルギー貯蔵システム116を含む。

【0024】

再生可能エネルギーシステム102は、再生可能エネルギー源104から負荷112に交流（AC）電気エネルギー108を提供するように構成されている。再生可能エネルギー源104からのエネルギーがAC電気エネルギー108に変換され、該エネルギーの位相および周波数がエネルギー変換器106によって補正される。AC電気エネルギー10

50

8は伝送線路110を経て負荷112に伝達される。負荷112は、単一のユーザ、消費者、工場、コミュニティであることも、AC電気エネルギーを任意の数の消費者、ユーザ、工場またはコミュニティに分配するのに使用される電気グリッドであることもある。同様に、負荷112は、住宅等の居住施設または工場の一部（例えば居住施設内の単回路）であることも、複数の住宅のような複数の居住施設または複数の工場であることもある。

【0025】

天気または他の外乱が原因で再生可能エネルギー源104からエネルギーが提供されないときは、負荷112はハイブリッドエネルギー貯蔵システム116からAC電気エネルギー118を受け取る。同様に、天気または他の外乱が原因で伝送線路110が動作不能になったときも、負荷112はハイブリッドエネルギー貯蔵システム116からAC電気エネルギー118を受け取る。ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116は負荷112の近傍に位置することも、負荷112から一定の距離に位置することもある。ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116が負荷112から一定の距離に位置する場合は、伝送線路110をハイブリッドエネルギーシステム116に接続してAC電気エネルギー118を負荷112に提供するように構成することができ、また、別の適切な伝送装置を使用することもできる。ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116が枯渇した場合は、ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116が補給されない限りまたは補給されるまで、負荷112はハイブリッドエネルギー貯蔵システム116からAC電気エネルギー118を受け取ることができない。ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116は、エネルギーフローコントローラ114により再生可能エネルギー源104を介して補給することも、エネルギーフローコントローラ114が管理する他の何らかのエネルギー源（図示せず）を介して補給することもできる。

【0026】

図2を参照すると、再生可能エネルギーシステム102のより詳細なブロック図が示されている。図2は、エネルギーフローコントローラ114の感知構成要素120および貯蔵制御部122を示している。図示の例において、エネルギーフローコントローラ114は感知構成要素120および貯蔵制御部122を含む。感知構成要素120および貯蔵制御部122は、再生可能エネルギー源104の損失および/または伝送線路110の機能損失の感知、判定、応答、制御を行うように構成される。

【0027】

感知構成要素120は、再生可能エネルギー源104および/または伝送線路110の1つまたは複数の物理パラメータを感知することにより、再生可能エネルギー源104から提供されるエネルギー出力の判定および/または伝送線路110の損失の判定を容易にするように構成することができる。これらの物理パラメータとしては、電圧、電流、時間、温度および歪みを挙げるることができる（ただし、これらに限らない）。

【0028】

感知構成要素120および/または再生可能エネルギー源104および/または伝送線路110間の直接物理接触を利用して物理パラメータの正確な測定を容易にすることができる。例えば、電圧測定では再生可能エネルギー源104および/または伝送線路110に対する電圧計プローブの直接接続を利用することができ、温度測定では再生可能エネルギー源104および/または伝送線路110に対するサーミスタまたは温度計の直接物理接触を利用することができる。直接物理接触による測定方法としては、アナログ、デジタルおよび/または他の比較技法が挙げられる（ただし、これらに限らない）。

【0029】

間接的な方法を利用して再生可能エネルギー源104および/または伝送線路110に関連する物理パラメータを測定することもできる。例えば、再生可能エネルギー源104および/または伝送線路110が遠隔地（または出入りできない場所）に存在することもあり、そのため直接測定技法を使用した物理パラメータの測定が実施できないこともある。間接的な測定技法としては誘導結合、容量結合および光結合を挙げるこ

10

20

30

40

50

だし、これらに限らない)。

【0030】

貯蔵制御部122は、ハードウェアもしくはソフトウェアまたはそれらの組合せとして実施することができる。貯蔵制御部122は、プログラム可能であってよく、感知構成要素120から入力を受け取ることができる。貯蔵制御部122は、入力信号、例えば感知構成要素120から受け取った信号にアプリケーションロジックを付加することができ、ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116へのエネルギー供給を含めた更なるシステム用途の出力信号を提供することができる。貯蔵制御部122は、確率論的および/または適応型制御技法(即ち学習アルゴリズム)を使用して最適制御、選択、スイッチング、同期を実現することができ、また、エネルギーをキャプチャ(即ち貯蔵)し、AC電気エネルギーを負荷112に供給するのに利用可能なくつかの異なるエネルギー貯蔵装置のうちの1つを選択し使用するのに必要な、他の任意の機能も提供することができる。

10

【0031】

図3を参照すると、再生可能エネルギーシステム102のより詳細なブロック図が示されている。図3は、ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116の一実施形態を詳細に示している。図3の例示的な実施形態では、ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116は、エネルギー変換部124、エネルギー貯蔵装置126およびエネルギー変換部128を備える。

【0032】

エネルギー変換部124は、AC電気エネルギーを特定のエネルギー貯蔵媒体または装置に貯蔵またはキャプチャできるようにするために、互換性のあるエネルギー形態に変換する。エネルギー変換部124は、エネルギー貯蔵装置126のエネルギーの枯渇後の補給、またはエネルギー貯蔵装置126の任意の充電レベルにおける補給を容易にすることができる。エネルギーをエネルギー貯蔵装置126に貯蔵できるよう変換するシステムおよび方法は、様々な構成要素によって提供され得る。例えば、AC電気エネルギーを使用して空気圧縮機に給電し、空洞または槽内に貯蔵するための圧縮空気を生産することができる。更に、例えば電気エネルギーを使用して充電器、交流発電機、または電気化学セルもしくは電池を充電するための他の電気機械に給電することができる。

20

【0033】

エネルギー貯蔵装置126は、エネルギー変換部124からの提供エネルギーを後でエネルギー変換部128に提供するために貯蔵またはキャプチャしておき、その貯蔵エネルギーをAC電気エネルギー(即ち電力)としてエネルギー変換部128から負荷112に供給することができるようにする。例えば、エネルギー貯蔵装置126の第1のエネルギー貯蔵装置を電気化学セルもしくは電池またはそれらのアレイとし、第2のエネルギー貯蔵装置を一群の燃料電池とし、第3のエネルギー貯蔵装置を揚水発電貯蔵媒体とすることができる。エネルギー貯蔵装置126で使用されるエネルギー貯蔵媒体の量(数)およびタイプは、再生可能エネルギーシステム102の構成および位置、再生可能エネルギーシステム102の所望のエネルギー密度および再生可能エネルギーシステム102の所望の容量に依存する。当業者ならこれらの設計事項がシステムに応じて異なることを理解するであろう。例えば、ある再生可能エネルギーシステム102ではエネルギー貯蔵装置126において2つの異なるエネルギー貯蔵媒体を利用し、別の再生可能エネルギーシステム102ではエネルギー貯蔵装置126において4つの異なるエネルギー貯蔵媒体を利用することもできる。エネルギー貯蔵装置は一般にハイブリッドエネルギー貯蔵システムの全体の運用経費を最小化するように選択される。全体の運用経費には初期の材料購入費用および設置費用に加え、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムの耐用年数にわたる保守費用が含まれる。大部分の設置環境に合わせて拡張可能なハイブリッドエネルギー貯蔵システムの一実施形態では、エネルギー貯蔵容量の10%はリチウムイオン電池を利用して、エネルギー貯蔵容量の30%はナトリウム硫黄電池を利用して、エネルギー貯蔵容量の60%は鉛酸電池を利用して達成される。リチウムイオン電池は、所与の容量に対するサイクル寿命の長さおよび価格の高さから、メジャーサイクル(即ち、エネルギー源104から

30

40

50

負荷 1 1 2 に提供される電力を安定化させるための貯蔵または放電)で使用される。ナトリウム硫黄電池は、所与の容量に対するサイクル寿命および価格のバランスの良さから、より長いまたはより深いサイクルで使用される。鉛酸電池は、所与の容量に対するサイクル寿命の短さおよび価格の安さから、非常に長いサイクルで使用される。これらの様々なエネルギー貯蔵装置タイプの長所を様々な比率で組み合わせることにより、初期の購入コストおよび設置コストを保守コストと共に抑えることができ、所与の設置環境で生じる制約に対する全体のサービス寿命を最大化することができる。

【 0 0 3 4 】

エネルギー変換部 1 2 4 は、エネルギー貯蔵装置 1 2 6 の貯蔵エネルギーを負荷 1 1 2 に伝達するために A C 電気エネルギー 1 1 8 に変換する。一般に、ハイブリッドエネルギー貯蔵システム 1 1 6 に貯蔵されるエネルギーは、電気グリッド(例えば伝送線路 1 1 0)と互換性のある形態、即ちユーザに供給されているエネルギーに同調し、且つ該エネルギーと周波数が整合する形態ではない。様々なシステムおよび方法を利用して、特定のエネルギー貯蔵媒体からのエネルギーが A C 電気エネルギー 1 1 8 に変換され、負荷 1 1 2 に伝達される。例えば、揚水発電用貯水池からのエネルギー放出は、貯水池の水を放出し、放出された水を重力の作用によってタービンに送り込み、このタービンにより発電機を回して A C 電気エネルギー 1 1 8 を生産できるようにすることを含む。一実施形態では、このシステムは、A C 電気エネルギー 1 1 8 の位相および周波数を、負荷 1 1 2 に既に供給されたエネルギーと整合させる装置も含む。別の一例として、燃料電池は A C 電気エネルギー 1 1 8 を出力として生産する、インバータに対するエネルギー入力とすることもできる。別の一例として、インバータは、電気化学セルからのエネルギーを A C 電気エネルギー 1 1 8 に変換するのに使用される。

【 0 0 3 5 】

図 4 を参照すると、貯蔵制御部 1 2 2 の一実施形態は様々な機能要素を備え、例えばアナログ デジタル変換器 1 3 0、タイマー機能 1 3 2、中央演算処理装置(C P U)機能 1 3 4、通信機能 1 3 6 等を備える。

【 0 0 3 6 】

貯蔵制御部 1 2 2 の各要素は、ハードウェアもしくはソフトウェアまたはそれらの組合せとして実施することができる。確率論的および/または適応型制御技法は、最適制御、選択、スイッチング、同期を実現することができ、また、A C 電気エネルギー 1 1 8 に変換されるエネルギーを負荷 1 1 2 に供給するのに利用可能ないくつかの異なるエネルギー貯蔵装置 1 2 6 のうちの 1 つを選択し利用するための他の機能も提供することができる。また、A C 電気エネルギーはハイブリッドエネルギー貯蔵システム 1 1 6 が利用できるような形で供給され、それによりエネルギー貯蔵装置 1 2 6 が補給され、エネルギー貯蔵装置 1 2 6 の所望のまたは最適なエネルギーレベルが維持される。貯蔵制御部 1 2 2 には、本開示の範囲から逸脱しない限り他の機能を含めることも可能であり、例えばエネルギー貯蔵装置 1 2 6 間のエネルギーバランス調整等を含めることができる。

【 0 0 3 7 】

システム 1 0 2 の構成要素間の通信および制御は任意の適切な通信チャネルを介して達成することができ、例えば電話網、エクストラネット、イントラネット、インターネット、P O I 装置(P O S 装置)、携帯情報端末(P D A)(例えば P a l m P i l o t(登録商標)、B l a c k b e r r y(登録商標)、携帯電話、K I O S K 等)、オンライン通信、衛星通信、オフライン通信、ワイヤレス通信、トランスポンダ通信、ローカルエリアネットワーク(L A N)、ワイドエリアネットワーク(W A N)、仮想プライベートネットワーク(V P N)、ネットワーク化または相互リンクデバイス、キーボード、マウスおよび/または任意の適切な通信またはデータ入力モダリティを介して達成することができる。更に、構成要素間の通信プロトコルは、シリアルとパラレルの両方の形式のデータ伝送を含むことができる。

【 0 0 3 8 】

図 5 を参照すると、再生可能エネルギー源からの提供電力の安定化のために、様々な容

10

20

30

40

50

量を有する複数のハイブリッドエネルギー源貯蔵媒体および装置を使用する方法500が示されている。ステップ138で、CPU機能134は再生可能エネルギー源104が利用可能であるかどうかを判定する。再生可能エネルギー源が利用可能でない場合には、ステップ150で、CPU機能134はステップ152においてAC電気エネルギーに変換されるエネルギーを供給するハイブリッドエネルギー貯蔵装置またはシステムを選択する。ステップ152で得られたAC電気エネルギーは、ステップ148で負荷112に伝達される。ステップ138で再生可能エネルギー源が利用可能である場合には、ステップ140で再生可能エネルギーがAC電気エネルギーに変換される。ステップ142で、CPU機能134はハイブリッドエネルギー貯蔵システム116の補給が必要かどうかを判定する。ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116の補給が必要である場合には、ステップ144で、AC電気エネルギーがハイブリッドエネルギー貯蔵システム116に供給され、CPU機能134はステップ146に進む。ハイブリッドエネルギー貯蔵システム116の補給が必要でない場合には、ステップ142からステップ146に進む。ステップ146では、伝送線路110の利用可能性がCPU機能134によって判定される。伝送線路110が利用可能でない場合には、CPU機能134はステップ150に進んで最適なエネルギー貯蔵装置を選択する。ステップ146で伝送線路110が利用可能である場合には、ステップ148で、最適なエネルギー貯蔵装置から適切なエネルギー変換を経たAC電気エネルギーが負荷112に伝達される。

10

【0039】

上記のプロセスは閉ループ・反復型とすることができ、各プロセスまたは方法は本発明の範囲から逸脱しない限り他のオプションステップを含んでもよいことを理解されたい。エネルギーフロー制御部114の様々な機能要素、例えばアナログ デジタル変換器130、タイマー機能132、CPU機能134、通信機能136等は、再生可能エネルギーシステム102内の感知、制御および通信を容易にするために使用されるものである。

20

【0040】

図6を参照すると、システム600は負荷602にエネルギーを提供する。システム600は、エネルギー源604、エネルギーフローコントローラ606、第1のエネルギー貯蔵装置608および第2のエネルギー貯蔵装置610を備える。第1のエネルギー貯蔵装置608および第2のエネルギー貯蔵装置610は、ハイブリッドエネルギー貯蔵システム612を構成する。エネルギー源604は、相対的に変動性のある電源を提供する風力タービンやソーラーパネルのような再生可能エネルギー源とすることも、相対的に一定の電源を提供するガスタービンのような再生不能エネルギー源とすることもできる。いずれにせよ、負荷602の現在のエネルギー需要は変動し、エネルギーフローコントローラ606はエネルギーをエネルギー貯蔵装置に選択的に貯蔵し、それらのエネルギー貯蔵装置から、負荷602の現在のエネルギー需要が満足されるように電力を提供する。

30

【0041】

エネルギーフローコントローラ606は、エネルギー源604を負荷602に直接接続し、エネルギーを選択的にキャプチャして当該接続に提供することができ、また、エネルギー源604を負荷に接続するのに必要な位相/周波数/振幅整合装置を含むこともできることが当業者には理解されるであろう。更に、一実施形態では、エネルギーフローコントローラ606は複数のエネルギー源を管理して負荷602の現在のエネルギー需要を満足させる。例えば、一実施形態では、ガスタービンが負荷602に直接接続され、風力タービンがエネルギーフローコントローラ606を介して負荷602に接続され、エネルギーフローコントローラが各エネルギー源からの提供電力および負荷602の現在のエネルギー需要に応じて、風力タービンおよびガスタービンからのエネルギーを選択的に貯蔵する。当業者なら、システム600が上述のエネルギー源およびエネルギー貯蔵装置を任意の数および任意のタイプで含み得ることも理解するであろう。一実施形態では、第1のエネルギー貯蔵装置をエネルギー貯蔵装置の総貯蔵容量の10%を占めるリチウムベースの電気化学セルとし、第2のエネルギー貯蔵装置をエネルギー貯蔵装置の総貯蔵容量の30%を占めるナトリウム硫黄またはニッカド電気化学セルとし、第3のエネルギー貯蔵装置

40

50

をエネルギー貯蔵装置の総貯蔵容量の60%を占める鉛酸電気化学セルとする。

【0042】

図7を参照すると、エネルギーフローコントローラ606は、エネルギー変換器702、コントローラ704、電力モニタ706、第1のエネルギーレベルモニタ708および第2のエネルギーレベルモニタ710を備える。エネルギー変換器702はエネルギー源604から電力を受け取ると、第1のエネルギー貯蔵装置608および第2のエネルギー貯蔵装置610のいずれかに貯蔵できるよう電力を変換し、または該電力を負荷602に提供する。一実施形態では、エネルギー貯蔵装置608、610のうちの少なくとも1つは電気化学セルである。また、エネルギー変換器702は、エネルギー源604からの電力をエネルギー貯蔵装置608、610の少なくとも一方に貯蔵されるエネルギーに変換する整流器と、エネルギー貯蔵装置608、610の少なくとも一方からのエネルギーを負荷602用の電力に変換するインバータとを備える。随意選択で、エネルギー変換器は電力の振幅、周波数および位相を負荷602と整合させる。エネルギー変換器は、第1のエネルギー貯蔵装置608および第2のエネルギー貯蔵装置610に貯蔵されているエネルギーも負荷602によって使用される電力に変換する。加えて、エネルギー変換器は、エネルギー貯蔵装置間（例えば第1および第2のエネルギー貯蔵装置608、610間）でエネルギーを転送するためのエネルギー変換装置スイッチマトリクスまたはアレイも含む。一実施形態では、エネルギー貯蔵装置608、610は、エネルギー貯蔵装置に貯蔵されているエネルギーをエネルギー変換器702にとって有用な形態に変換するエネルギー変換構成要素を含む。

10

20

【0043】

モニタ706、708、710またはセンサは、いくつかの状態を示す信号をコントローラ704に提供する。電力モニタ706（即ち電力センサ）は、負荷602の現在のエネルギー需要を示す電力信号をコントローラ704に提供する。一実施形態では、電力信号はエネルギー源604からの提供電力と負荷602の現在のエネルギー需要との差を示す。別の実施形態では、電力信号は負荷602の電圧を示す。第1のエネルギーレベルモニタ708は、第1のエネルギー貯蔵装置608のエネルギーレベルを示す第1のエネルギーレベル信号をコントローラ704に提供する。第2のエネルギーレベルモニタ710は、第2のエネルギー貯蔵装置610のエネルギーレベルを示す第2のエネルギーレベル信号をコントローラ704に提供する。一実施形態では、第1および第2のエネルギーレベル信号はそれぞれのエネルギー貯蔵装置の電圧を示す。別の実施形態では、第1および第2のエネルギーレベル信号はそれぞれ各エネルギー貯蔵装置の充電状態を示す。充電状態はそれぞれ各エネルギー貯蔵装置の電圧、各エネルギー貯蔵装置の容量、各エネルギー貯蔵装置の温度、各エネルギー貯蔵装置の歪みおよび各エネルギー貯蔵装置の電流のうちの少なくとも1つに応じて判定される。

30

【0044】

コントローラ704は、電力信号、第1のエネルギーレベル信号および第2のエネルギーレベル信号に応答して、エネルギーの選択的キャプチャおよび/または各エネルギー貯蔵装置（例えば第1および第2のエネルギー貯蔵装置608、610）におけるエネルギーの貯蔵を行うようエネルギー変換器702に命令する。一実施形態では、コントローラ704は、キャプチャ信号、スイッチ信号、放電信号、第1の転送信号および第2の転送信号をエネルギー変換器702に選択的に提供することによりエネルギー変換器702への命令を行う。これらの信号はパラレルまたはシリアル通信システムを利用して提供可能であることが当業者には理解されるであろう。即ち、各信号は専用線を通じてエネルギー変換器702に提供することができる。即ち、これらの信号は、シリアル伝送フォーマットの情報パケットを利用して、信号の状態セットとしてエネルギー変換器702に送信することができる。エネルギー変換器702はキャプチャ信号に応答して、エネルギー源604からの提供エネルギーをエネルギー貯蔵装置608、610の少なくとも一方に貯蔵する。エネルギー変換器702はスイッチ信号に応答して、エネルギー変換器702内のエネルギー変換装置スイッチマトリクスまたはアレイを操作することにより、コントロー

40

50

ラ704によって選択された少なくとも1つのエネルギー貯蔵装置に貯蔵エネルギーを送り、またはどのエネルギー貯蔵装置からエネルギーを取り出して変換し負荷602に供給すべきかを決定する。エネルギー変換器702は放電信号に応答して、エネルギー貯蔵装置608、610の少なくとも一方からエネルギーを取り出し、取り出したエネルギーを負荷602用の電力に変換し、変換した電力を負荷に提供する。エネルギー変換器702は第1の転送信号に応答して、第1のエネルギー貯蔵装置608からのエネルギーを第2のエネルギー貯蔵装置610に転送する。エネルギー変換器702は第2の転送信号に応答して、第2のエネルギー貯蔵装置610からのエネルギーを第1のエネルギー貯蔵装置608に転送する。

【0045】

図8を参照すると、負荷602の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源604からの提供エネルギーをキャプチャするエネルギー貯蔵装置を選択する方法が示されている。本方法はステップ802から開始する。ステップ804で、コントローラ704はエネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回るかどうかを判定する。エネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回らない場合には、本方法はステップ806で終了する。エネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回る場合には、コントローラ704は、ステップ808で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であるかどうかを判定する。一実施形態では、第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であるかどうかを判定するステップは、第1のエネルギー貯蔵装置608のエネルギーレベルが第1のエネルギー貯蔵装置608の最大閾値に達しているかどうかを判定するステップ、第1のエネルギー貯蔵装置608の温度が所定の温度限界を超えているかどうかを判定するステップ、第1のエネルギー貯蔵装置608のサイクル数が所定のサイクル限界を超えているかどうかを判定するステップ、第1のエネルギー貯蔵装置608の貯蔵放電効率が所定の最小値を下回るまで低下したかどうかを判定するステップ、および第1のエネルギー貯蔵装置608の歪みが所定の歪みを超えているかどうかを判定するステップのうち少なくとも1つを含む。これらの悪条件が第1のエネルギー貯蔵装置608に存在しない（またはこのような条件を検査しない）場合には、コントローラは第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であると判定し、ステップ810に進んで第1のエネルギー貯蔵装置にエネルギーを貯蔵し、再びステップ804に戻る。第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能でない場合には、コントローラ704はステップ812に進んで第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能であるかどうかを判定する。一実施形態では、第2のエネルギー貯蔵装置610はナトリウム硫黄電気化学セルである。利用可能性は第1のエネルギー貯蔵装置608と同様の条件に基づいて判定される。ステップ812で第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能である場合には、コントローラは、ステップ814で第2のエネルギー貯蔵装置610にエネルギーをキャプチャ（即ち貯蔵）するようエネルギー変換器702に命令し、ステップ804に戻る。ステップ812で第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能でない場合には、ステップ806で終了する。随意選択で、コントローラ704は、エネルギー源604から負荷602への電力フローを減少させて負荷602を過剰な電力から保護するようエネルギー変換器704に命令することができる。コントローラ704は、負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供電力を上回ったことに応答して、図8の方法を即時に中断するように構成することができることが当業者には理解されるであろう。

【0046】

図9を参照すると、負荷602の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源604からの提供エネルギーをキャプチャするエネルギー貯蔵装置を選択する方法が示されている。本方法はステップ902から開始する。ステップ904で、コントローラ704はエネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回るかどうかを判定する。エネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回らない場合には、本方法はステップ906で終了する。エネルギー源60

10

20

30

40

50

4からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回る場合には、コントローラ704はステップ908で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であるかどうかを判定する。コントローラ704は、ステップ908で第1の貯蔵装置608が利用可能であると判定した場合には、ステップ910に進んで第1のエネルギー貯蔵装置にエネルギーをキャプチャし、ステップ912に進む。ステップ912で、コントローラ704は、エネルギーが第1のエネルギー貯蔵装置に第1の所定時間にわたってキャプチャされているかどうかを判定する。エネルギーがまだ第1のエネルギー貯蔵装置608に第1の所定時間にわたってキャプチャされていない場合には、コントローラ704はステップ912に戻る。一方、エネルギーが第1のエネルギー貯蔵装置608に第1の所定時間にわたってキャプチャされている場合には、コントローラ704はステップ914に進んで第2のエネルギー貯蔵装置が利用可能であるかどうかを判定する。同様に、コントローラ704は、ステップ908で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能でないと判定した場合には、ステップ914に進む。ステップ914で、コントローラ704は第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能であるかどうかを判定する。ステップ914で第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能である場合には、コントローラ704は、ステップ916でエネルギーを第2のエネルギー貯蔵装置610にキャプチャ（即ち貯蔵）するようエネルギー変換器702に命令し、その後ステップ904に戻る。ステップ914で第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能でない場合には、コントローラ704はステップ906でプロセスを終了する。随意選択で、コントローラ704は、エネルギー源604から負荷602への電力フローを減少させて負荷602を過剰な電力から保護するようエネルギー変換器704に命令することができる。コントローラ704は、負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供電力を上回ったことに応答して、図9の方法を即時に中断するように構成することができることが当業者には理解されるであろう。

【0047】

図10を参照すると、エネルギーを取り出し変換し負荷602に提供すべきエネルギー貯蔵装置を選択する方法が示されている。本方法はステップ1002から開始する。ステップ1004で、コントローラ704は負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供エネルギーを上回るかどうかを判定する。負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供エネルギーを上回らない場合には、ステップ1006でプロセスを終了する。負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供エネルギーを上回る場合には、コントローラ704はステップ1008に進んで第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であるかどうかを判定する。第1のエネルギー貯蔵装置608の放電利用可能性は、第1のエネルギー貯蔵装置608にエネルギーをキャプチャする場合と同じ条件に基づいて判定される。ただし、コントローラ704は、第1のエネルギー貯蔵装置608のエネルギーレベルが第1の最大閾値ではなく第1の最小閾値に達しているかどうかを判定する。ステップ1008で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能である場合には、コントローラ704からエネルギー変換器702に適切な信号が提供され、その結果、ステップ1010で、エネルギー変換器は第1のエネルギー貯蔵装置608からエネルギーを取り出し、該エネルギーを負荷602用の電力に変換し、変換した電力を負荷602に提供する。ステップ1008で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能でない場合には、コントローラはステップ1012に進んで第2のエネルギー貯蔵装置が利用可能であるかどうかを判定する。第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能でない場合には、ステップ1006でプロセスを終了する。第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能である場合には、コントローラ704からエネルギー変換器702に適切な信号が提供され、その結果、ステップ1014で、エネルギー変換器は第2のエネルギー貯蔵装置610からエネルギーを取り出し、該エネルギーを負荷602用の電力に変換し、変換した電力を負荷602に提供する。その後、コントローラ704はステップ1004に戻る。コントローラ704は、エネルギー源604からの提供電力が負荷602の現在のエネルギー需要を満足し且つ/または上回ったことに応答して、

図10の方法を即時に中断するように構成することができることが当業者には理解されるであろう。

【0048】

図11を参照すると、エネルギーを取り出し変換し負荷602に提供すべきエネルギー貯蔵装置を選択する方法が示されている。本方法はステップ1102から開始する。ステップ1104で、コントローラ704は負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供エネルギーを上回るかどうかを判定する。負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供エネルギーを上回らない場合には、ステップ1106でプロセスを終了する。負荷602の現在のエネルギー需要がエネルギー源604からの提供エネルギーを上回る場合には、コントローラ704はステップ1108に進んで第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であるかどうかを判定する。第1のエネルギー貯蔵装置608の放電利用可能性は、第1のエネルギー貯蔵装置608にエネルギーをキャプチャする場合と同じ条件に基づいて判定される。ただし、コントローラ704は、第1のエネルギー貯蔵装置608のエネルギーレベルが第1の最大閾値ではなく第1の最小閾値に達しているかどうかを判定する。ステップ1108で第1のエネルギー貯蔵装置が利用可能である場合には、次のステップ1110で、コントローラ704はエネルギーが第1のエネルギー貯蔵装置から第2の所定時間にわたって提供されたかどうかを判定する。ステップ1108で、第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であり、且つ第1のエネルギー貯蔵装置608からのエネルギーが第2の所定時間にわたって負荷602に提供されていないことがコントローラ704によって判定された場合には、コントローラ704からエネルギー変換器702に適切な信号が提供され、その結果、ステップ1110で、エネルギー変換器702は第1のエネルギー貯蔵装置608からエネルギーを取り出し、該エネルギーを負荷602用の電力に変換し、変換した電力を負荷602に提供する。コントローラ704は、ステップ1108で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能でないこと、またはステップ1110で第1のエネルギー貯蔵装置608からのエネルギーが第2の所定時間にわたって負荷602に提供されたことを判定した場合には、ステップ1114に進んで第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能であるかどうかを判定する。第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能でない場合には、ステップ1106でプロセスを終了する。第2のエネルギー貯蔵装置610が利用可能である場合には、コントローラ704からエネルギー変換器702に適切な信号が提供され、その結果、ステップ1116で、エネルギー変換器702は第2のエネルギー貯蔵装置610からエネルギーを取り出し、該エネルギーを負荷602用の電力に変換し、変換した電力を負荷602に提供する。その後、コントローラ704はステップ1104に戻る。コントローラ704は、エネルギー源604からの提供電力が負荷602の現在のエネルギー需要を満足し且つ/または上回ったことに応答して、図11の方法を即時に中断するように構成することができることが当業者には理解されるであろう。

【0049】

図12を参照すると、負荷602の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源604からの提供エネルギーをキャプチャする方法が示されている。本方法はステップ1202から開始する。ステップ1204で、コントローラ704はエネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回るかどうかを判定し、上回らない場合にはステップ1206でプロセスを終了する。エネルギー源604からの提供エネルギーが負荷602の現在のエネルギー需要を上回る場合には、コントローラ704はステップ1208で第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能であるかどうかを判定する。第1のエネルギー貯蔵装置608が利用可能である場合には、コントローラ704からエネルギー変換器702に適切な信号が送信され、その結果、ステップ1210では、第1のエネルギー貯蔵装置608のインターレート閾値を上限として、エネルギーが第1のエネルギー貯蔵装置608にキャプチャされる。ステップ1212で、コントローラ704は、エネルギー源604からの提供エネルギーと負荷602の現在のエネルギー需要との差が第1のエネルギー貯蔵装置608のインターレート閾値を上回るかどうかを判

10

20

30

40

50

定する。エネルギー源 604 からの提供エネルギーと負荷 602 の現在のエネルギー需要との差が第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 のインタークレート閾値を上回らない場合には、コントローラ 704 はステップ 1204 に進む。エネルギー源 604 からの提供エネルギーと負荷 602 の現在のエネルギー需要との差が第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 のインタークレート閾値を上回る場合には、コントローラ 704 はステップ 1214 に進んで第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 が利用可能であるかどうかを判定する。第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 が利用可能でない場合には、コントローラ 704 はステップ 1204 に戻る。第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 が利用可能である場合には、コントローラ 704 からエネルギー変換器 702 に適切な信号が送信され、その結果、ステップ 1216 で、第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 は、負荷 602 の現在のエネルギー需要と第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 のインタークレート閾値との合計を上回るエネルギー源 604 からの提供エネルギーをキャプチャする。その後、コントローラはステップ 1204 に戻る。図 12 の方法は、エネルギーフローコントローラ 606 の電力出力を負荷 602 の現在のエネルギー需要と整合させるためにエネルギー貯蔵装置 608、610 を放電する際にも適用できることが当業者には理解されるであろう。一実施形態では、コントローラ 704 は、第 1 のエネルギー貯蔵装置のインタークレート閾値、第 2 のエネルギー貯蔵装置のインタークレート閾値、第 1 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値および第 2 のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、予想周囲温度プロファイル、負荷の予想エネルギー需要、予想サイクルレートプロファイルおよびエネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうち少なくとも 1 つに応じて変更する。コントローラ 704 は、こうして取得したサイト固有のデータに応じてシステム 600 全体の効率を最大化するために、インタークレート閾値および放電レート閾値を変更する。コントローラ 704 は、負荷 602 の現在のエネルギー需要がエネルギー源 604 からの提供電力を上回ったことに応答して、図 12 の方法を即時に中断するように構成することができる。当業者には理解されるであろう。

【0050】

図 13 を参照すると、負荷 602 の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源 604 からの提供エネルギーをキャプチャする方法が示されている。本方法はステップ 1302 から開始する。ステップ 1304 で、コントローラ 704 はエネルギー源 604 からの提供エネルギーが負荷 602 の現在のエネルギー需要を上回るかどうかを判定し、上回らない場合にはステップ 1306 でプロセスを終了する。エネルギー源 604 からの提供エネルギーが負荷 602 の現在のエネルギー需要を上回る場合には、コントローラ 704 はステップ 1308 で第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 が利用可能であるかどうかを判定する。第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 が利用可能である場合には、コントローラ 704 は、ステップ 1310 でエネルギー源 604 からの提供エネルギーと負荷 602 の現在のエネルギー需要との差が第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 のインタークレート閾値を上回るかどうかを判定する。上回らない場合には、コントローラ 704 からエネルギー変換器 702 に適切な信号が送信され、その結果、ステップ 1312 でエネルギーが第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 にキャプチャされる。その後ステップ 1304 に戻る。ステップ 1310 で、エネルギー源 604 からの提供エネルギーと負荷 602 の現在のエネルギー需要との差が第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 のインタークレート閾値を上回る場合、またはステップ 1308 で第 1 のエネルギー貯蔵装置が利用可能でない場合には、コントローラ 704 はステップ 1314 に進んで第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 が利用可能であるかどうかを判定する。第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 が利用可能でない場合には、ステップ 1306 でプロセスを終了する。第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 が利用可能である場合には、コントローラ 704 からエネルギー変換器 702 に適切な信号が送信され、その結果、ステップ 1316 で、第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 は負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源 604 からの提供エネルギーをキャプチャする。その後、コントローラはステップ 1304 に戻る。図 13 の方法は、エネルギーフローコントローラ 606 の電力出力を負荷 602 の現在のエネルギー需要と整合させるために、エネルギー貯蔵

10

20

30

40

50

装置 608、610 の放電時にも適用できることが当業者には理解されるであろう。コントローラ 704 は、負荷 602 の現在のエネルギー需要がエネルギー源 604 からの提供電力を上回ったことに応答して、図 13 の方法を即時に中断するように構成することができる。当業者には理解されるであろう。

【0051】

図 14 を参照すると、第 1 および第 2 のエネルギー貯蔵装置 608、610 間のエネルギーレベルのバランス調整方法が示されている。本方法はステップ 1402 から開始する。ステップ 1404 で、コントローラ 704 は所定の時間間隔が経過しているかどうかを判定する。所定の時間間隔に達している場合には、ステップ 1406 でコントローラ 704 からエネルギー変換器 702 に適切な転送信号が送信され、その結果、第 1 のエネルギー貯蔵装置が第 1 の所定レベルに達するまで第 1 のエネルギー貯蔵装置 608 と第 2 のエネルギー貯蔵装置 610 との間でエネルギーがやり取りされる。その後、コントローラはステップ 1402 に戻る。所定の時間間隔に達していない場合には、コントローラ 704 はステップ 1408 に進んで、いずれかのエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが最大閾値または最小閾値に達しているかどうかを判定する。最大閾値または最小閾値に達している場合には、プロセッサ 704 はステップ 1402 に戻る。最大閾値または最小閾値に達していない場合には、プロセッサ 704 はステップ 1410 でエネルギー変換器 702 に適切な信号を送信し、その結果、最大閾値に達したエネルギー貯蔵装置からのエネルギー転送、または最小閾値に達したエネルギー貯蔵装置に対するエネルギー転送が行われる。プロセッサ 704 は、それ自体の最大閾値または最小閾値に達したエネルギー貯蔵装置がそれ自体の所定レベルに達したときにエネルギー転送を停止する。一実施形態では、各エネルギー貯蔵装置に関連する所定レベルは、負荷の予想エネルギー需要プロファイルおよびエネルギー源の予想エネルギー出力プロファイルに応じて異なる。即ち、所与の期間の負荷電力需要およびエネルギー源電力出力に関する情報が収集され、これらの情報を使用してエネルギーキャプチャ/取り出しアルゴリズムを適合させることにより、システム 600 全体の効率が最大化される。所定レベル（即ち第 1 および第 2 の所定レベル）は、各エネルギー貯蔵装置の目標充電状態（例えば容量のパーセント）である。

【0052】

図 15 を参照すると、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させるシステム 1500 の一例が示されている。システム 1500 は、エネルギー源と負荷との間のバス 1502 に変圧器 1504 を介して接続されている。本例において、エネルギー源はガスタービンエネルギーと風力エネルギーの混合体であり、風力エネルギーの混合率は供給エネルギーの 15% ~ 35% の範囲で変動し、負荷は合計約 85 MW ~ 210 MW の範囲で変動する。本例において、負荷のエネルギー需要プロファイルは各シーズンの 24 時間プロファイルであり、エネルギー源のエネルギー出力プロファイルも各シーズンの 24 時間プロファイルである。上述のとおり、エネルギープロファイルはシステム内の諸種の変数（例えば各エネルギー貯蔵装置の最小エネルギーレベルおよび最大エネルギーレベル、各エネルギー貯蔵装置の所定の目標エネルギーレベル等）を決定するのに使用される。本システムにおいて、サイクルの約 90% は 2 ~ 4 MW / 分である。変圧器 1504 は、当業者に知られるいくつかの民間業者から入手可能な 480 Y / 277 V 22900 2500 kVA 変圧器である。バス 1502 は約 60 Hz で 22.9 kV である。

【0053】

システム 1500 は、第 1 のナトリウム硫黄電池 1506、第 2 のナトリウム硫黄電池 1508、リチウムイオン電池 1510 および鉛酸電池 1512 を含む。リチウムイオン電池 1510 は本システム 1500 の貯蔵容量の 10% を占める。ナトリウム硫黄電池 1506 および 1508 は本システム 1500 の容量の 30% を占める。鉛酸電池は本システム 1500 の容量の 60% を占める。鉛酸電池のみを利用したシステムの平均寿命は 3 ~ 4 年であるが、本例における貯蔵装置の混合体の平均寿命は 10 ~ 15 年である。

【0054】

各電池はそれぞれ関連する直流 (DC) チョップパ 1514、1516、1518、15

10

20

30

40

50

20と、関連する充電器1522、1524、1526、1528とを有する。システム1500がバス1502にエネルギーを提供する際は、第1および/または第2のDCチョッパ1514、1516が第1および/または第2のナトリウム硫黄電池1506、1508から第1のインバータ1530に送られる電力を調節する。第1のインバータ1530は、第1および/または第2のDCチョッパ1514、1516からのDC電力を交流(AC)60Hz 480V信号に変換する。第1のフィルタ1534は、60Hz 480V信号に高調波ノイズがあればそれを除去し、該信号を第1のメータ1538に送る。第1のメータ1538は、システム1500とバス1502の間を行き来するエネルギーの流れをモニタして、どの電池にエネルギーを貯蔵し、どの電池からエネルギーを提供すべきかを他のシステム条件に応じて決定するアルゴリズムの洗練に使用されるデータを収集する。同様に、システム1500がバス1502にエネルギーを提供する際は、第3および/または第4のDCチョッパ1518、1520がリチウムイオン電池1510および/または鉛酸電池1512から第2のインバータ1532に送られる電力を調節する。第2のインバータ1532は第2の高調波フィルタ1536に60Hz 480V信号を出力し、第2の高調波フィルタ1536は第2のメータ1540宛ての信号をフィルタする。第1および第2のメータ1538、1540からのエネルギーは変圧器1504を経てバス1502に渡される。

10

【0055】

システム1500がバス1502からのエネルギーを貯蔵する際は、第1および/または第2のメータ1538、1540が変圧器1504から電力を受け取り、その電力を第1、第2、第3および/または第4の充電器1522、1524、1526、1528のいずれかに提供する。各充電器は受け取った480V 60Hzの電力をそれぞれの電池用のDC電力に変換する。電池1506、1508、1510、1512は、それぞれ異なる電圧の充電器1522、1524、1526、1528からエネルギーを受け取り、エネルギーを異なるDC電圧で貯蔵することができる。これが当業者には理解されるであろう。更に、各充電器はそれぞれの電池内のセルに関するバルク充電、個別セル充電および等化を実現するようにセットアップすることもできる。

20

【0056】

別の例では、ガスタービンベースの発電所から負荷に提供されるエネルギーを安定化させるシステムは、10%のリチウムイオン電池、30%のナトリウム硫黄電池および60%の鉛酸電池の混合体を利用する。本例において、負荷のエネルギー需要プロファイルは各シーズンの24時間プロファイルである。ガスタービン発電機はほぼ一定の出力レベルで動作することができ、そうすることが最適であるが、負荷の現在のエネルギー需要は変動する。したがって、発電所は稼働中のガスタービン発電機の能力を超える電力需要変動に備えて、ディーゼル発電機をスタンバイ状態に保ちながらガスタービン発電機の出力レベルを変更する必要がある。本例では、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムを用いてガスタービンが最適な効率で動作することを可能にするとともに、発電所がディーゼル発電機をスタンバイ状態に保つ必要性を低下または解消し、それにより発電所の排出物およびコストを低減することを可能にする。

30

【0057】

別の例において、風力タービンから提供されるエネルギーを安定化させる携帯型システムは、フライホイール、リチウムイオン電池および鉛酸電池を備える。本例では、システムの携帯性の故に負荷のエネルギー需要プロファイルが分からないこともある。一方、エネルギー源(即ち、1つまたは複数の風力タービン)のエネルギー出力プロファイルは24時間サイクルで変動する。一実施形態では、システムは負荷の24時間エネルギー需要プロファイルを学習し、制御変数を調整してシステムのエネルギー効率を最適化する。風力タービンは、例えばVestas Wind Systems社またはGeneral Electric社から提供される任意のタービンであってよい(例えばVestas Wind Systems社のV47 660kW)。本例のシステムは、エネルギー貯蔵密度の最大化および使いやすさを考慮して、システムを持ち運ぶことができ、再生可

40

50

エネルギーを使用して小～中規模の負荷に一定の電力を提供することができるように設計されている。本システムは、小型内燃機関発電機またはディーゼル発電機から現在提供されているオンサイト発電と置き換えることも、該オンサイト発電を増強することもできる。本システムは太陽電池を利用して負荷に電力を提供することもできる。

【0058】

別の例において、システムは、Vestas Wind Systems社やGeneral Electric社から入手可能な工場電力供給向けの1つまたは複数の大規模風力タービンを備える（例えばGeneral Electric 2.5 MWタービン、またはVestas Wind Systems社のV112 3.0 MW）。一般に、工場における所与の期間の電力使用量は比較的安定しているが、風力タービンの電力出力はそれぞれ異なる。例えば、本システムは、負荷に関してはシーズンによって変化しない24時間エネルギー需要プロファイルを使用し、風力タービンに関してはシーズン毎の24時間エネルギープロファイルを使用することができる。本例では、ハイブリッドエネルギー貯蔵システムはフライホイールアレイおよび鉛酸電池アレイを備える。フライホイールは、風力タービンからの提供電力と工場の必要電力との間に明確な差が生じたときにその差を埋めるように動作し、鉛酸電池アレイは、風力の弱い期間に工場に電力を提供するのに使用される。本システムは、工場の必要電力を連続的に提供する鉛酸電池アレイの能力を超えるほど無風期間が長く続いた場合に備えて発電所からの入力を有すること、またはディーゼル発電機を工場でも利用することもできる。

10

【0059】

一実施形態では、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法は、第1および第2のエネルギー貯蔵装置のそれぞれのインテークレート閾値ならびに第1および第2のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうち少なくとも1つに応じて決定するステップを備える。

20

【0060】

一実施形態では、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法は、第1のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値、第2のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値、第1のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値および第2のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよびエネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうち少なくとも1つに応じて変更するステップを備える。

30

【0061】

一実施形態では、エネルギー源から負荷に提供される電力を安定化させる方法は、第1のエネルギー貯蔵装置、第2のエネルギー貯蔵装置および第3のエネルギー貯蔵装置のうち1つにエネルギーをキャプチャするステップを備える。本方法は更に、第2のエネルギー貯蔵装置のエネルギーレベルが第2の最大閾値に達した場合は、負荷の現在のエネルギー需要を上回るエネルギー源の生産エネルギーを第3のエネルギー貯蔵装置にキャプチャするステップを備える。第1のエネルギー貯蔵装置はリチウムベース電気化学セルアレイを備える。第2のエネルギー貯蔵装置はナトリウム硫黄電気化学セルアレイおよびニッケルカドミウム電気化学セルアレイのうち少なくとも一方を備える。第3のエネルギー貯蔵装置は鉛酸電気化学セルアレイを備える。第3のエネルギー貯蔵装置は第2のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きい。第2のエネルギー貯蔵装置は第1のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きい。

40

【0062】

一実施形態では、負荷に電力を提供するシステムは、エネルギー源と、第1のエネルギー

50

一貯蔵装置と、第2のエネルギー貯蔵装置と、エネルギーフローコントローラとを備え、該エネルギーフローコントローラは、電力モニタと、第1のエネルギーレベルモニタと、第2のエネルギーレベルモニタと、エネルギー変換器と、コントローラとを有する。第1および第2のエネルギー貯蔵装置のそれぞれのインテークレート閾値ならびに第1および第2のエネルギー貯蔵装置のそれぞれの放電レート閾値は、エネルギーフローコントローラにより、当該エネルギー貯蔵装置のタイプ、当該エネルギー貯蔵装置の初期容量、当該エネルギー貯蔵装置の固有内部抵抗、当該エネルギー貯蔵装置の耐化学性、当該エネルギー貯蔵装置の電解質、当該エネルギー貯蔵装置の温度、当該エネルギー貯蔵装置の充電状態、当該エネルギー貯蔵装置の容量損失、当該エネルギー貯蔵装置のインテーク効率および当該エネルギー貯蔵装置の放電効率のうちの少なくとも1つに応じて決定される。

10

【0063】

一実施形態では、負荷に電力を提供するシステムは、エネルギー源と、第1のエネルギー貯蔵装置と、第2のエネルギー貯蔵装置と、エネルギーフローコントローラとを備え、該エネルギーフローコントローラは、電力モニタと、第1のエネルギーレベルモニタと、第2のエネルギーレベルモニタと、エネルギー変換器と、コントローラとを有する。エネルギーフローコントローラは、第1のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値、第2のエネルギー貯蔵装置のインテークレート閾値、第1のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値および第2のエネルギー貯蔵装置の放電レート閾値を、当該エネルギー貯蔵装置に関連する冷却容量、当該エネルギー貯蔵装置の熱放散係数、周囲温度プロファイル、負荷のエネルギー需要、サイクルレートプロファイルおよびエネルギー源のエネルギー生産プロファイルのうちの少なくとも1つに応じて変更する。

20

【0064】

一実施形態では、負荷に電力を提供するシステムは、エネルギー源と、第1のエネルギー貯蔵装置と、第2のエネルギー貯蔵装置と、エネルギーフローコントローラとを備え、該エネルギーフローコントローラは、電力モニタと、第1のエネルギーレベルモニタと、第2のエネルギーレベルモニタと、エネルギー変換器と、コントローラとを有する。本システムは更に、電力を選択的にキャプチャし、キャプチャした電力を選択的に提供する第3のエネルギー貯蔵装置を備える。第1のエネルギー貯蔵装置はリチウムベース電気化学セルアレイを備える。第2のエネルギー貯蔵装置はナトリウム硫黄電気化学セルアレイおよびニッケルカドミウム電気化学セルアレイのうちの少なくとも一方を備える。第3のエネルギー貯蔵装置は鉛酸電気化学セルアレイを備える。第3のエネルギー貯蔵装置は第2のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きく、第2のエネルギー貯蔵装置は第1のエネルギー貯蔵装置よりもエネルギー貯蔵容量が大きい。

30

【0065】

ここまで本開示の様々な原理を例示的な実施形態によって説明してきた。しかしながら、本発明を実施する際に使用する上記の各ステップ、定式化、比率、要素、材料および構成要素の様々な組合せおよび修正例には、上記の原理から逸脱しない限り本明細書に明記していないものも含めて様々な変更を施すことができ、特に特定の環境および動作要件に適合させることが可能である。本開示の他の変形例および修正例も当業者には明らかとなるはずであり、そのような変形例および修正例も本発明の範囲に含まれるものとする。より詳細には、図8～図14に示した方法の任意の組合せを使用することができる。

40

【0066】

本明細書では引き続き添付図面を参照しながら様々な実施形態について説明する。各図面は本発明の実施形態を例示するものであり、これらを限定するものではない。各実施形態は当業者が本発明を実施することができるように十分詳細に説明してあるが、本発明の趣旨および範囲から逸脱しない限り他の実施形態も実現可能であり、論理的変更、日常の変更または機械的変更を施すことが可能であることも理解されたい。したがって、本開示は単なる例示であって限定的なものではない。例えば、方法またはプロセスの説明に記載した各ステップは任意の順序で実行することができ、特に明記しない限り本明細書に記載した順序に限らない。また、本明細書に記載する機能またはステップのいずれかを1つま

50

たは複数のサードパーティにアウトソーシングすることや、当該サードパーティによって実行されるようにすることも可能である。更に、単一の構成要素への言及が複数の構成要素も含む可能性があり、複数の構成要素への言及が単一の構成要素も含む可能性がある。

【0067】

当業者は従来のデータネットワーキング、アプリケーション開発および本明細書に記載するシステム内の従来の電気回路（および該システム内で動作する個々の構成要素のコンポーネント）を熟知しているので、本明細書ではこれらの既知の構成要素、アプリケーションおよびネットワークに関する詳細な説明は省略する。更に、本明細書に含まれる様々な図面に示した接続線は、様々な要素間の例示的な機能的関係および/または物理的結合を表現することを企図したものである。実際のシステムには代替的または追加的な機能的関係または物理的接続が多数存在する可能性があることに留意されたい。

10

【0068】

加えて、添付図面のブロック図およびフローチャートに示した各機能ブロックは、指定された機能を実行する手段の組合せ、指定された機能を実行するステップの組合せおよび指定された機能を実行するプログラム命令手段をサポートする。ブロック図およびフローチャートに示した各機能ブロック、ならびにブロック図およびフローチャートに示した機能ブロックの組合せは、指定された機能もしくはステップまたは専用ハードウェアとコンピュータ命令の適切な組合せを実行する専用ハードウェアベースエレクトロニクスおよび/またはコンピュータシステムによって実施され得ることも理解されるであろう。

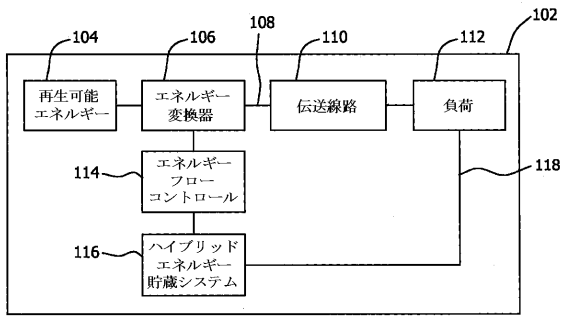
20

【0069】

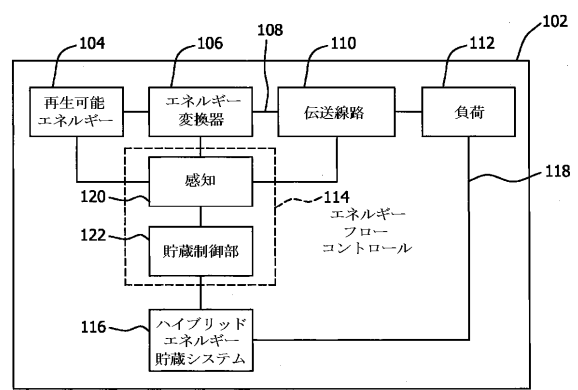
上記では特定の実施形態に関する利点、他の効果および課題の解決策について説明してきた。しかしながら、これらの利点、効果および課題の解決策ならびに何らかの利点、効果または解決策を提示するまたは顕在化させるいかなる要素も、本発明の必須の、必要なまたは本質的な特徴または要素と解釈すべきではない。したがって、本発明の範囲は、本願の利益を主張する出願書類に添付した特許請求の範囲の各請求項以外の何ものによっても限定されるべきでない。単数の要素への言及は「唯一の」要素であることを意味するわけではなく、特に明記しない限り「1つまたは複数の」要素が存在し得ることを意味する。更に、各請求項では「A、BおよびCのうち少なくとも1つ」に類する文言を使用することがあるが、このような文言は、ある実施形態に要素Aが単独で存在し、ある実施形態に要素Bが単独で存在し、ある実施形態に要素Cが単独で存在し得ること、または要素A、B、Cの任意の組合せ、例えばA+B、A+C、B+CまたはA+B+Cが単一の実施形態に存在し得ることを意味するものである。上記ではいくつかの実施形態を方法として説明したが、これらの方法は、磁気メモリもしくは光メモリや磁気ディスクもしくは光ディスクのような有形のコンピュータ可読キャリアおよび/または媒体上のコンピュータプログラム命令として実施することができる。上記の実施形態の各要素に関して当業者に知られる構造的、化学的、機能的均等物はすべて本開示の範囲に含まれるものとする。

30

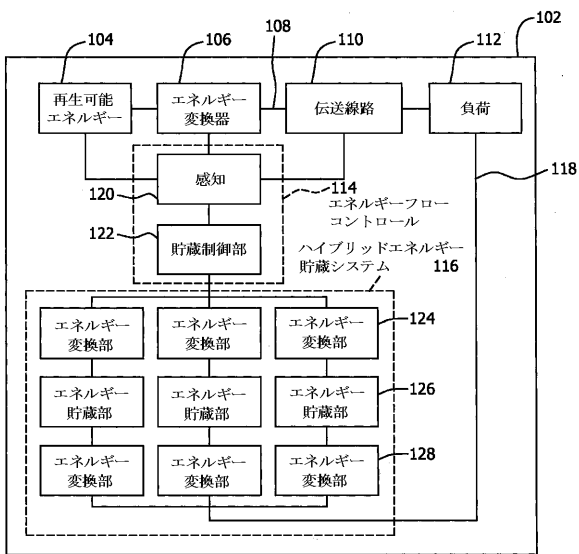
【図 1】



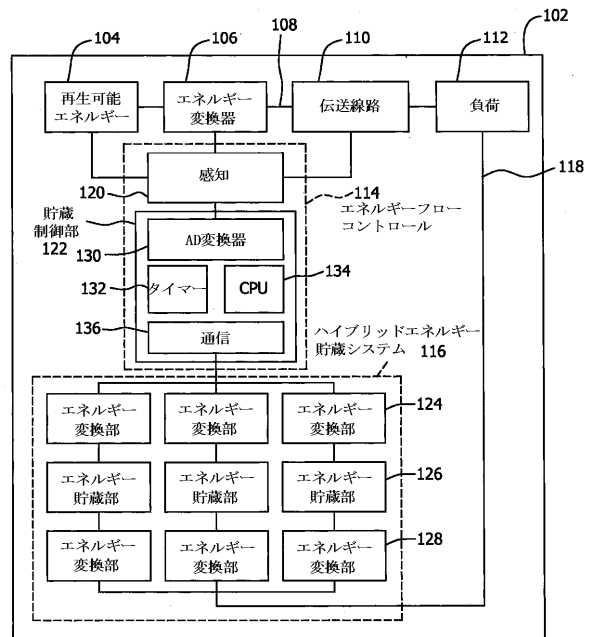
【図 2】



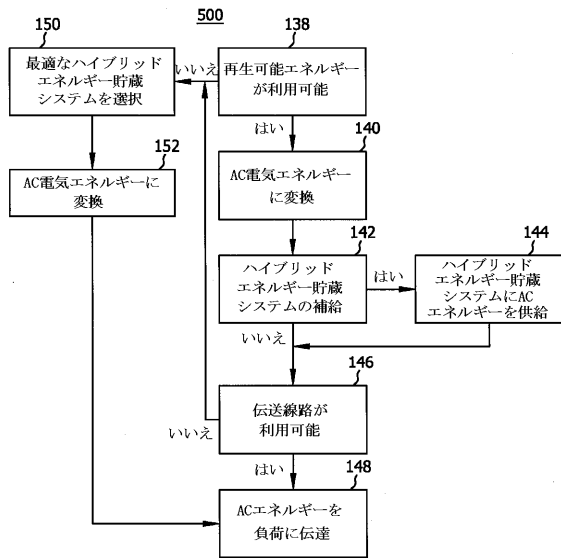
【図 3】



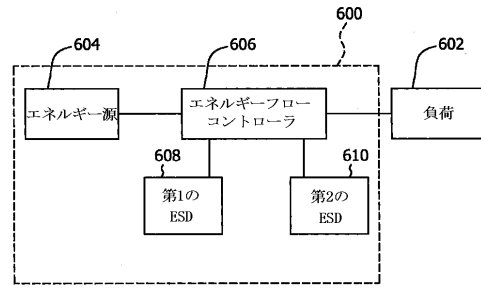
【図 4】



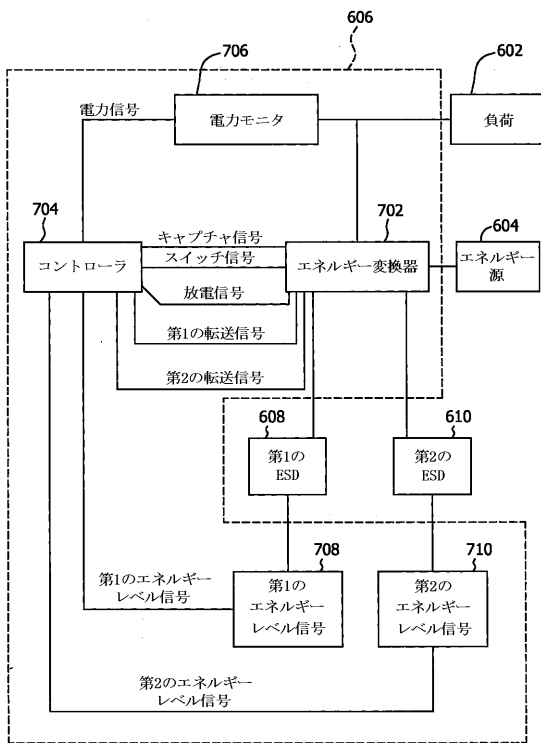
【図5】



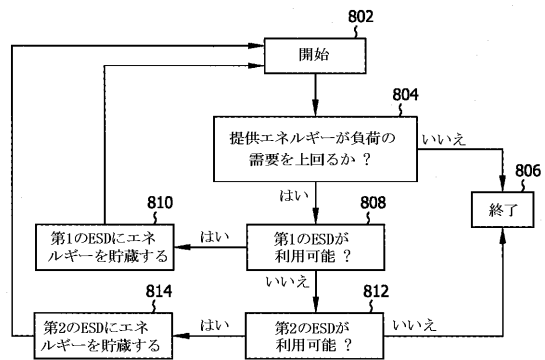
【図6】



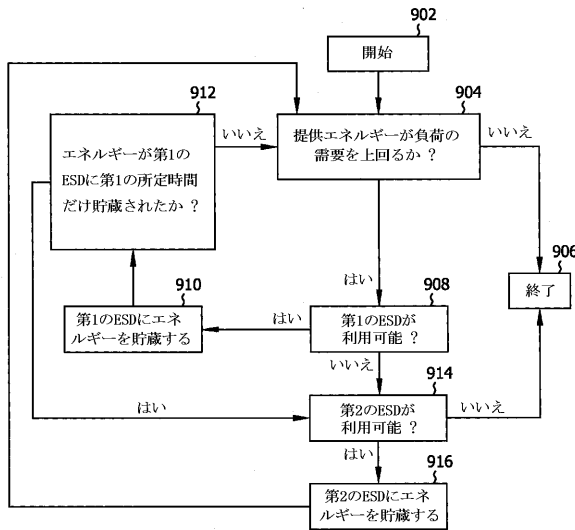
【図7】



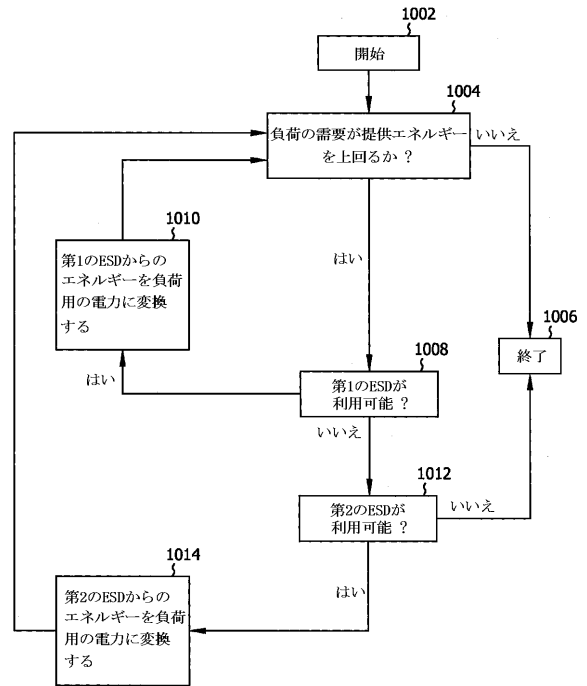
【図8】



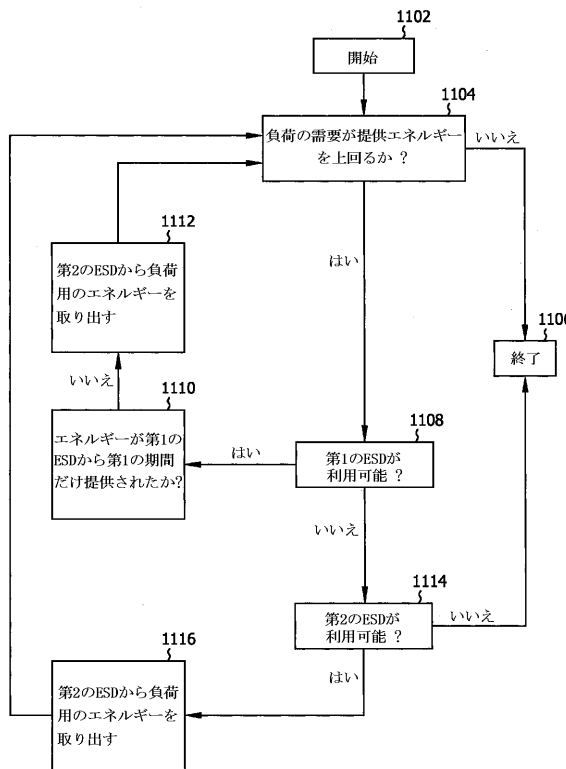
【図9】



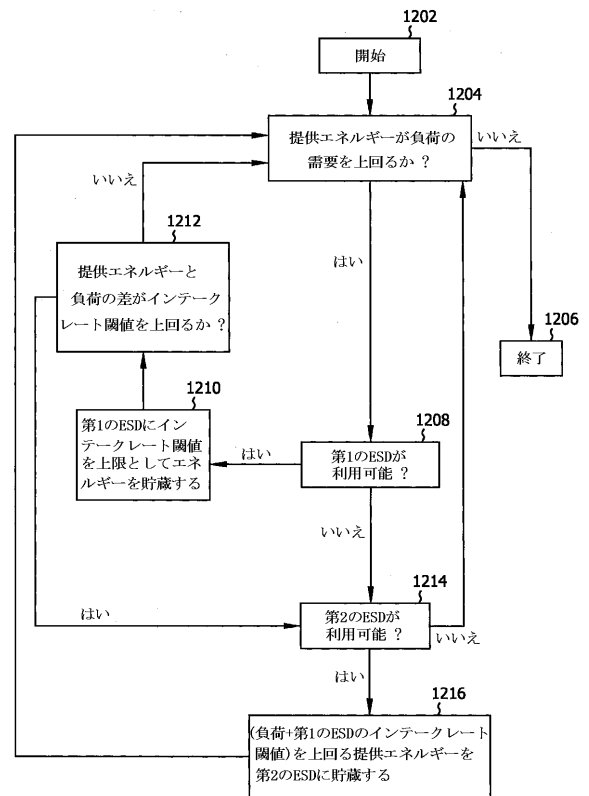
【図10】



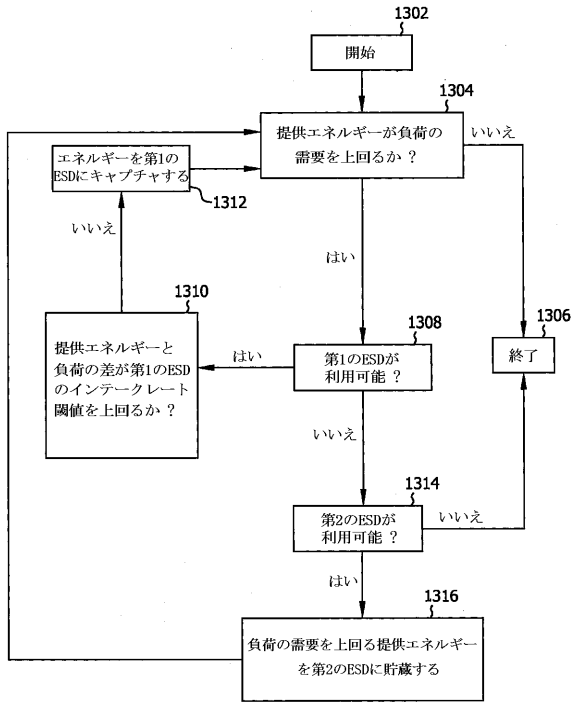
【図11】



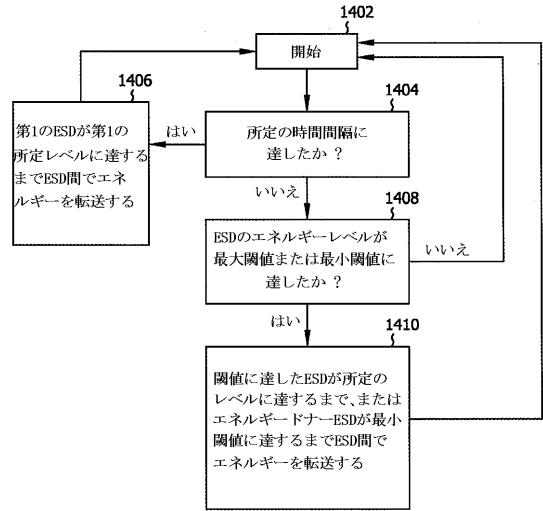
【図12】



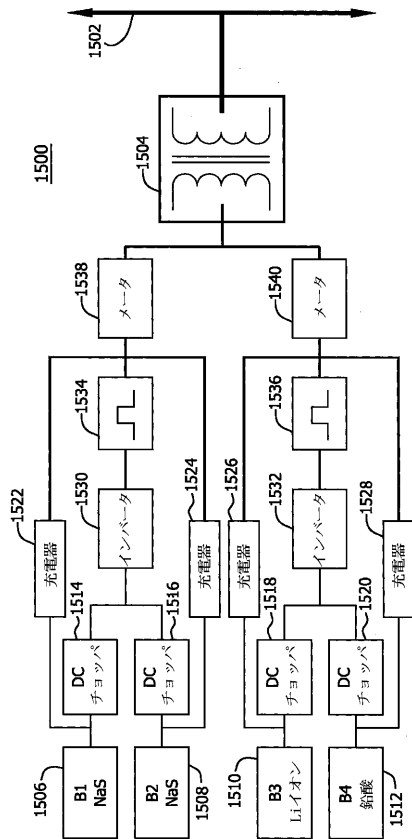
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2010/029643

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02J7/00 H02J7/35 ADD.		
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) H02J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 879 852 A1 (FRANCE TELECOM [FR]) 23 June 2006 (2006-06-23) * abstract; claims 1-4; figures 2-4 page 3, line 15 - page 5, line 16 page 6, line 9 - page 13, line 26	1-57
X	WO 2004/114433 A2 (ECOSOL SOLAR TECHNOLOGIES INC [US]; KULAR ANDREW C [CA]) 29 December 2004 (2004-12-29) * abstract; claims 1,3,4,11; figures 3,4 page 5, line 21 - page 9, line 10	1-57
X	EP 1 528 652 A2 (SHARP KK [JP]) 4 May 2005 (2005-05-04) * abstract; figures 1-7 page 2, paragraph 3 - page 9, paragraph 93 ----- -/-	1-57
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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 23 July 2010		Date of mailing of the international search report 18/08/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Mäki-Mantila, Harri

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2010/029643

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/277173 A1 (MIDROUILLET PIERRE [FR] ET AL) 13 November 2008 (2008-11-13) * abstract; figure 2 page 2, paragraph 52 - paragraph 58 page 3, paragraph 63 - paragraph 85 -----	1-57
X	WO 2008/031640 A1 (SIEMENS AG [DE]; BUECKEN MARCUS [DE]; GOETTE CARSTEN [DE]) 20 March 2008 (2008-03-20) * abstract page 6, line 21 - page 10, line 27 -----	1-57
A	A11 Power Battery: "Battery / 2000 TM 2M-1630" 11 February 2003 (2003-02-11), page 1, XP002593335 Retrieved from the Internet: URL: http://www.battery2000.com/2m1630.htm [retrieved on 2010-07-21] the whole document -----	1-57

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2010/029643

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
FR 2879852	A1	23-06-2006	WO 2006067350 A1	29-06-2006	
WO 2004114433	A2	29-12-2004	AU 2004250664	A1	29-12-2004
			BR PI0411593	A	29-08-2006
			CA 2552910	A1	29-12-2004
			CN 1836348	A	20-09-2006
			EP 1644996	A2	12-04-2006
			JP 2007526730	T	13-09-2007
			MX PA05013962	A	11-08-2006
EP 1528652	A2	04-05-2005	JP 3887635	B2	28-02-2007
			JP 2005160290	A	16-06-2005
			US 2005093514	A1	05-05-2005
US 2008277173	A1	13-11-2008	NONE		
WO 2008031640	A1	20-03-2008	DE 102006044138	A1	27-03-2008

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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

- (72)発明者 ランディー ムーア
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64804 ジョブリン ヒドゥン ヴァレー ドライブ 114
- (72)発明者 ロン ナウリン
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64801 ジョブリン シー アンド ポーター ストリーツ
 イーグルピッチャー テクノロジーズ内
- (72)発明者 ベト ヴ
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64834 カール ジャンクション コッパー オーク 506
- (72)発明者 マイケル パロット
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64801 ジョブリン ハンプトン プレイス 907
- (72)発明者 ジェフ ダーモット
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64836 カーセージ ナツメグ ロード 7701
- (72)発明者 グレゴリー ミラー
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 64840 ダイヤモンド 170 カウンティ ロード 419
- Fターム(参考) 5G066 JA07 JB03