

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7354267号

(P7354267)

(45)発行日 令和5年10月2日(2023.10.2)

(24)登録日 令和5年9月22日(2023.9.22)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J	1/00 (2006.01)	H 0 2 J	1/00	3 0 6 K
H 0 1 M	8/00 (2016.01)	H 0 1 M	8/00	Z
H 0 1 M	8/249(2016.01)	H 0 1 M	8/249	
H 0 1 M	8/04 (2016.01)	H 0 1 M	8/04	Z
H 0 1 M	8/04537(2016.01)	H 0 1 M	8/04537	

請求項の数 21 (全58頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-548673(P2021-548673)

(86)(22)出願日 令和2年2月18日(2020.2.18)

(65)公表番号 特表2022-523187(P2022-523187 A)

(43)公表日 令和4年4月21日(2022.4.21)

(86)国際出願番号 PCT/US2020/018589

(87)国際公開番号 WO2020/172135

(87)国際公開日 令和2年8月27日(2020.8.27)

審査請求日 令和5年2月13日(2023.2.13)

(31)優先権主張番号 62/808,127

(32)優先日 平成31年2月20日(2019.2.20)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者 514116578

ブルーム エネルギー コーポレイション
アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォル
ニア州 サンノゼ ノース ファースト ス
トリート 4 3 5 3

(74)代理人 110002354

弁理士法人平和国際特許事務所

(72)発明者 コッテウリ, カール

アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォル
ニア州 サンノゼ ノース ファースト ス
トリート 4 3 5 3 ブルーム エネルギー
コーポレイション内

(72)発明者 ゴピナート, ラジェシュ

アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォル
ニア州 サンノゼ ノース ファースト ス
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 データセンター負荷のためのハイブリッドDC電源設備

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが少なくとも1つの燃料電池を含む複数のパワーモジュール；

それぞれが入力端及び出力端を有し、それぞれが前記入力端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数の直流(DC)／DCコンバータ；

前記複数のDC／DCコンバータに前記出力端で並列に電氣的に接続され、負荷に電氣的に接続可能なDCパワーバス；

それぞれがDC端及びAC端を有し、それぞれが前記DC端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数のDC／交流(AC)インバータ；

前記複数のDC／ACインバータに前記AC端で並列に電氣的に接続され、電気ユーティリティが接続される整流パス；

AC端及びDC端を有し、前記AC端で前記整流パスに、前記DC端で前記DCパワーバスに電氣的に接続されるAC／DC整流器；及び

前記複数のDC／DCコンバータ及び前記複数のDC／ACインバータに通信可能に接続される制御装置であって、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置に以下のことをさせるように構成される制御装置、を含み、

前記整流パスに過剰な電力を受け入れ可能な電力貯蔵装置が接続され、または、前記電気ユーティリティが過剰な電力を受け入れ可能であるシステム；

第 1 の電力を、電力閾値量に至るまで、前記複数の DC / DC コンバータ及び前記 DC パワーバスを介して前記複数のパワーモジュールから前記負荷に提供し；

前記電気ユーティリティからの電力が利用可能かどうかを判定し；及び

前記電気ユーティリティからの前記電力が利用可能であるとの判定に応じて、前記複数の DC / AC インバータを介して前記整流パスに前記複数のパワーモジュールから第 2 の電力を提供し、前記第 2 の電力は、前記電力閾値量を超える、前記複数のパワーモジュールによって生成された電力を含む。

【請求項 2】

前記制御装置は、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 1 に記載のシステム：

前記負荷の負荷需要が前記複数のパワーモジュールから出力される前記第 1 及び第 2 の電力未満かどうかを判定し；及び

前記負荷の前記負荷需要が前記複数のパワーモジュールから出力される前記第 1 及び第 2 の電力未満でない場合は、前記第 2 の電力の少なくとも一部を、前記負荷に前記整流パスを介して提供する。

【請求項 3】

第 1 の端部及び第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部で前記整流パスに電氣的に接続される双方向 DC / AC インバータ；及び

前記双方向 DC / AC インバータに前記第 2 の端部で電氣的に接続される前記電力貯蔵装置をさらに含み、

前記制御装置が、前記双方向 DC / AC インバータに通信可能に接続され、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 2 に記載のシステム：

前記電力貯蔵装置の充電レベルが出力閾値を超えるかどうかを判定し；

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記出力閾値を超えない場合、前記電気ユーティリティから前記負荷へ前記整流パスを介して電力を提供し；及び

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記出力閾値を超える場合、前記電力貯蔵装置から前記負荷へ前記整流パスを介して電力を提供する。

【請求項 4】

前記制御装置は、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 3 に記載のシステム：

前記負荷の前記負荷需要が前記複数のパワーモジュールから出力される前記第 1 及び第 2 の電力未満の場合には、前記電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値を超えるかどうかを判定し；

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超えない場合には、前記整流パス上の前記第 2 の電力を用いて前記電力貯蔵装置を充電し；及び

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超える場合には、残っている第 2 の電力を、前記整流パスを介して前記電気ユーティリティに提供する。

【請求項 5】

第 1 の端部及び第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部で前記整流パスに電氣的に接続される双方向 DC / AC インバータ；及び

前記双方向 DC / AC インバータに前記第 2 の端部で電氣的に接続される前記電力貯蔵装置をさらに含み、

前記制御装置は、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 1 に記載のシステム：

前記負荷の負荷需要が前記電力閾値量未満かどうかを判定し；

前記負荷需要が前記電力閾値量未満の場合には、前記整流パスに前記負荷需要を超える前記第 2 の電力を提供し、前記電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値を超えるかどうかを判定し、前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超えない場合には、前記第 2 の電力を用いて前記電力貯蔵装置を充電し、前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値

10

20

30

40

50

を超える場合には、残っている第 2 の電力を、前記整流パスを介して前記電気ユーティリティに提供し；

前記負荷需要が前記電力閾値量未満でない場合には、前記整流パス上の前記第 2 の電力の少なくとも一部を、前記負荷に提供する。

【請求項 6】

第 1 の端部及び第 2 の端部を有する静的インタラプタであって、前記第 1 の端部で前記整流パスに電氣的に接続され、前記第 2 の端部で前記電気ユーティリティに電氣的に接続可能な前記静的インタラプタ；及び

第 1 の端部及び第 2 の端部を有する回路遮断器であって、前記第 1 の端部で前記複数の DC / AC インバータに電氣的に接続され、前記第 2 の端部で前記整流パスに電氣的に接続される前記回路遮断器をさらに含み、

前記制御装置が、前記静的インタラプタと前記回路遮断器とに通信可能に接続され、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 1 に記載のシステム；

前記電気ユーティリティからの前記電力が利用可能でないとの判定に応じて；

前記回路遮断器を開くことによって、前記整流パスから前記複数の DC / AC インバータを電氣的に切断し；及び

電力が前記静的インタラプタを通して流れるのを防ぐことによって、前記電気ユーティリティから前記システムを電氣的に切断する。

【請求項 7】

第 1 の端部及び第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部で前記整流パスに電氣的に接続される双方向 DC / AC インバータ；及び

前記双方向 DC / AC インバータに前記第 2 の端部で電氣的に接続される前記電力貯蔵装置をさらに含み、

前記制御装置が、前記双方向 DC / AC インバータ及び前記 AC / DC 整流器に通信可能に接続され、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 6 に記載のシステム；

前記負荷の負荷需要が前記電力閾値量を超えるかどうかを判定し；及び

前記負荷の前記負荷需要が前記電力閾値量を超えたとの判定に応じて、前記電力貯蔵装置から前記負荷に前記双方向 DC / AC インバータ、前記整流パス、及び前記 AC / DC 整流器を介して第 3 の電力を提供する。

【請求項 8】

前記制御装置は、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 7 に記載のシステム；

前記負荷に提供される前記第 3 の電力が安定しているかどうか判定し；及び

前記負荷に提供される前記第 3 の電力が安定しているとの判定に応じて；

前記回路遮断器を閉じることによって前記整流パスに前記複数の DC / AC インバータを電氣的に接続し；及び

前記整流パス及び前記 AC / DC 整流器を介して前記負荷に前記第 2 の電力の少なくとも第 1 の部分を提供する。

【請求項 9】

前記制御装置は、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置にさらに以下のことをさせるように構成される、請求項 8 に記載のシステム；

前記負荷の前記負荷需要が前記第 2 の電力によって満たされるかどうかを判定し；

前記負荷の前記負荷需要が前記第 2 の電力によって満たされたとの判定に応じて；

前記負荷への前記第 3 の電力の提供を停止し；及び

前記負荷に前記整流パス上の前記第 2 の電力を提供し；及び

前記負荷の前記負荷需要が前記第 2 の電力によって満たされないとの判定に応じて、前記負荷に、前記整流パス上の前記第 2 及び前記第 3 の電力を提供する。

【請求項 10】

第 1 の端部及び第 2 の端部を有し、前記第 1 の端部で前記整流パスに電氣的に接続され、前記第 2 の端部で前記電気ユーティリティに電氣的に接続可能な第 1 の回路遮断器；

第 1 の端部及び第 2 の端部を有し、前記第 1 の回路遮断器と並列に前記第 1 の端部で前記整流パスに電氣的に接続され、前記第 2 の端部で発電機に電氣的に接続可能な第 2 の回路遮断器；

同時に前記第 1 の回路遮断器を開けて前記第 2 の回路遮断器を閉じるように構成されるトラップキーインターロック；

前記複数の DC / DC コンバータと前記 DC パワーバスとの間に電氣的に接続され、前記 DC / DC コンバータへのフィードバックを阻止するように構成される第 1 の複数のダイオード；及び

前記 AC / DC 整流器と前記 DC パワーバスとの間に電氣的に接続され、前記 AC / DC 整流器へのフィードバックを阻止するように構成される第 2 の複数のダイオードをさらに含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 1】

発電システムの運転方法であって、

前記発電システムは、

少なくとも 1 つの燃料電池を含むパワーモジュール；

入力端及び出力端を有し、前記入力端で前記パワーモジュールに電氣的に接続される直流 (DC) / DC コンバータ；

前記 DC / DC コンバータに前記出力端で電氣的に接続され、負荷に電氣的に接続可能な DC パワーバス；

DC 端及び AC 端を有し、前記 DC 端で前記パワーモジュールに電氣的に接続される DC / 交流 (AC) インバータ；

前記 DC / AC インバータに前記 AC 端で電氣的に接続され、電気ユーティリティが接続される整流パス；及び

AC 端及び DC 端を有し、前記 AC 端で前記整流パスに、前記 DC 端で前記 DC パワーバスに電氣的に接続される AC / DC 整流器；を含み、

前記整流パスに過剰な電力を受け入れ可能な電力貯蔵装置が接続され、または、前記電気ユーティリティが過剰な電力を受け入れ可能であり、

前記発電システムの運転方法は、

第 1 の電力を、電力閾値量に至るまで、少なくとも 1 つの前記パワーモジュールから複数の前記 DC / DC コンバータ及び前記 DC パワーバスを介して負荷に提供するステップ；
前記電気ユーティリティからの電力が利用可能かどうかを判定するステップ；及び

前記電気ユーティリティからの前記電力が利用可能であるとの判定に応じて、前記少なくとも 1 つのパワーモジュールから前記整流パスへ複数の前記 DC / AC インバータを介して第 2 の電力を提供するステップであって、前記第 2 の電力は前記電力閾値量を超える、前記少なくとも 1 つのパワーモジュールによって生成された電力を含むステップを含む、発電システムの運転方法。

【請求項 1 2】

前記負荷の負荷需要が、前記少なくとも 1 つのパワーモジュールから出力される前記第 1 及び第 2 の電力未滿かどうかを判定するステップ；及び

前記負荷の前記負荷需要が前記少なくとも 1 つのパワーモジュールから出力される前記第 1 及び第 2 の電力未滿でない場合には、前記第 2 の電力の少なくとも一部を前記負荷に前記整流パスを介して提供するステップ
をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記電力貯蔵装置の充電レベルが出力閾値を超えるかどうかを判定するステップ；

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記出力閾値を超えない場合、電力を前記電気ユーティリティから前記負荷に前記整流パスを介して提供するステップ；及び

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記出力閾値を超える場合、電力を前記電力貯蔵装置

10

20

30

40

50

から前記負荷に前記整流パスを介して提供するステップ
をさらに含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記負荷の前記負荷需要が前記少なくとも 1 つのパワーモジュールから出力される前記第 1 及び第 2 の電力未満の場合には、前記電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値を超えるかどうかを判定するステップ；

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超えない場合には、前記整流パス上の前記第 2 の電力を用いて前記電力貯蔵装置を充電するステップ；及び

前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超える場合には、残っている第 2 の電力を前記電気ユーティリティに前記整流パスを介して提供するステップ
をさらに含む、請求項 1 3 に記載の方法。

10

【請求項 1 5】

前記負荷の負荷需要が前記電力閾値量未満かどうかを判定するステップ；

前記負荷需要が前記電力閾値量未満の場合には、前記負荷需要を超える前記第 2 の電力を前記整流パスに提供し、前記電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値を超えるかどうかを判定し、前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超えない場合には、前記第 2 の電力を用いて前記電力貯蔵装置を充電し、及び、前記電力貯蔵装置の充電レベルが前記充電閾値を超える場合には、残っている第 2 の電力を前記電気ユーティリティに前記整流パスを介して提供するステップ；

前記負荷需要が前記電力閾値量未満である場合には、前記整流パス上の前記第 2 の電力の少なくとも一部を前記負荷に提供するステップ
をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

20

【請求項 1 6】

前記電気ユーティリティからの前記電力が利用可能でないとの判定に応じて；

回路遮断器を開けることによって、複数の DC / AC インバータを前記整流パスから電氣的に切断するステップ；及び

電力が静的インタラプタを通して流れることを阻止することによって、前記電気ユーティリティから前記発電システムを電氣的に切断するステップ
をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記負荷の負荷需要が前記電力閾値量を超えるかどうかを判定するステップ；及び

前記負荷の前記負荷需要が前記電力閾値量を超えとの判定に応じて、双方向 DC / AC インバータ、前記整流パス、及び AC / DC 整流器を介して、前記電力貯蔵装置から前記負荷に第 3 の電力を提供するステップ

をさらに含む、請求項 1 6 に記載の方法。

30

【請求項 1 8】

前記負荷に提供される前記第 3 の電力が安定しているかどうかを判定するステップ；
及び

前記負荷に提供される前記第 3 の電力が安定しているとの判定に応じて；

前記回路遮断器を閉じることによって、前記複数の DC / AC インバータを前記整流パスに電氣的に接続するステップ；及び

少なくとも前記第 2 の電力の第 1 の部分を、前記整流パス及び前記 AC / DC 整流器を介して前記負荷に提供するステップ

をさらに含む、請求項 1 7 に記載の方法。

40

【請求項 1 9】

前記負荷の前記負荷需要が前記第 2 の電力によって満たされるどうかを判定するステップ；

前記負荷の前記負荷需要が前記第 2 の電力によって満たされとの判定に応じて；

前記第 3 の電力を前記負荷に提供することを停止するステップ；及び

前記整流パス上の前記第 2 の電力を前記負荷に提供するステップ；及び

50

前記負荷の前記負荷需要が前記第2の電力によって満たされないとの判定に応じて、前記整流パス上の前記第2及び前記第3の電力を前記負荷に提供するステップをさらに含む、請求項18に記載の方法。

【請求項20】

前記少なくとも1つのパワーモジュールは燃料電池モジュールを含み、前記負荷は情報技術的負荷を含む、請求項11に記載の方法。

【請求項21】

それぞれが少なくとも1つの燃料電池を含む複数のパワーモジュール；

それぞれが入力端及び出力端を有し、それぞれが前記入力端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数の直流（DC）／DCコンバータ；

前記複数のDC／DCコンバータに前記出力端で並列に電氣的に接続され、負荷に電氣的に接続可能なDCパワーバス；

それぞれがDC端及びAC端を有し、それぞれが前記DC端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数のDC／交流（AC）インバータ；

前記複数のDC／ACインバータに前記AC端で並列に電氣的に接続されるACバス；

DC端及びAC端を有し、前記AC端で前記ACバスに電氣的に接続される双方向DC／ACインバータ；

前記双方向DC／ACインバータに前記DC端で電氣的に接続される電力貯蔵装置；
AC端及びDC端を有し、前記AC端で前記ACバスに、前記DC端で前記DCパワーバスに電氣的に接続されるAC／DC整流器；及び

前記複数のDC／DCコンバータ及び前記複数のDC／ACインバータに通信可能に接続される制御装置であって、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置に以下のことをさせるように構成される制御装置、

を含む燃料電池システム；

第1の電力を、電力閾値量に至るまで、前記複数のDC／DCコンバータ及び前記DCパワーバスを介して前記複数のパワーモジュールから前記負荷に提供する。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

（関連出願）

本出願は、2019年2月20日出願の「データセンター負荷のためのハイブリッドDC電源設備」と題された米国仮特許出願第62／808，127号に対する優先権の利益を主張する。上記特許出願の内容全体を、あらゆる目的のために参照により本明細書に援用する。

【0002】

本発明は、概して、発電システムを対象とし、具体的には、負荷電力需要を超える燃料電池の電力出力を効率的に管理する燃料電池システムを対象とする。

【背景技術】

【0003】

燃料電池等の電気化学的装置は、燃料に蓄えられたエネルギーを高効率で電気エネルギーに変換することができる。固体酸化物形燃料電池（SOFC）システム等の燃料電池システムでは、燃料電池のカソード側を酸化流が通過し、燃料電池のアノード側を燃料吸入流が通過する。酸化流は通常空気であり、燃料流は、例えばメタン、天然ガス、ペンタン、エタノール、又はメタノール等の炭化水素燃料であり得る。燃料電池は、負の電荷を帯びた酸素イオンをカソードフロー流からアノードフロー流に運ぶことができ、イオンは、炭化水素分子内の遊離水素又は水素のいずれかと結合して水蒸気を形成し、及び／又は一酸化炭素と結合して二酸化炭素を形成する。負の電荷を帯びたイオンからの過剰な電子は、アノードとカソードの間に完成した電気回路を通して燃料電池のカソード側へと戻され

10

20

30

40

50

、その結果、回路に電流が流れる。

【0004】

S O F Cシステムは、多くの異なる配置の下で多くの異なる装置に電力を供給するために用いることができる。様々な潜在的な用途は、様々な制御ハードウェア及びソフトウェアを用いる様々な種類のシステムとの使用に容易に適合し得るS O F Cシステムや制御方法に対するニーズを生み出す。

【発明の概要】

【0005】

1つの実施形態は、燃料電池発電システム等の発電システムの運転方法を含み、これは、複数のD C / D Cコンバータ及びD Cパワーバスを介して少なくとも1つのパワーモジュールから負荷へ、電力閾値量に至るまで、第1の電力を提供するステップ、ユーティリティからの電力が利用可能であるかどうかを判定するステップ、及び、前記ユーティリティからの電力が利用可能であるとの判定に応じて、第2の電力を、前記少なくとも1つのパワーモジュールから複数のD C / A Cインバータを介して整流パスへと提供するステップを含む。前記第2の電力は、前記電力閾値量を超える、前記少なくとも1つのパワーモジュールによって生成された電力を含む。

【0006】

別の実施形態は、それぞれが少なくとも1つの燃料電池を含む複数のパワーモジュール、それぞれが入力端及び出力端を有し、それぞれが前記入力端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数の直流(D C) / D Cコンバータ、前記複数のD C / D Cコンバータに前記出力端で並列に電氣的に接続され、負荷に電氣的に接続可能なD Cパワーバス、それぞれがD C端及びA C端を有し、それぞれが前記D C端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数のD C / 交流(A C)インバータ、前記複数のD C / A Cインバータに前記A C端で並列に電氣的に接続される整流パス、A C端及びD C端を有し、前記A C端で前記整流パスに、及び前記D C端で前記D Cパワーバスに電氣的に接続されるA C / D C整流器、及び、前記複数のD C / D Cコンバータ及び前記複数のD C / A Cインバータに通信可能に接続される制御装置を含むシステムを含む。前記制御装置は、制御装置の実行可能な命令を以て、前記制御装置に、前記複数のD C / D Cコンバータ及び前記D Cパワーバスを介して、前記複数のパワーモジュールから前記負荷に、電力閾値量に至るまで、第1の電力を提供させ、ユーティリティからの電力が利用可能であるかどうかを判定させ、前記ユーティリティからの電力が利用可能であるとの判定に応じて、前記複数のパワーモジュールから前記複数のD C / A Cインバータを介して前記整流パスに第2の電力を提供させるように構成され、前記第2の電力は、前記電力閾値量を超える、前記複数のパワーモジュールによって生成された電力を含む。

【0007】

別の実施形態は、それぞれが少なくとも1つの燃料電池を含む複数のパワーモジュール、それぞれが入力端及び出力端を有し、それぞれが前記入力端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数の直流(D C) / D Cコンバータ、前記複数のD C / D Cコンバータに前記出力端で並列に電氣的に接続され、負荷に電氣的に接続可能なD Cパワーバス、それぞれがD C端及びA C端を有し、それぞれが前記D C端で前記複数のパワーモジュールのうちの1つのパワーモジュールに電氣的に接続される複数のD C / 交流(A C)インバータ、前記複数のD C / A Cインバータに前記A C端で並列に電氣的に接続されるA Cバス、D C端及びA C端を有し、前記A C端で前記A Cバスに電氣的に接続される双方向D C / A Cインバータ、前記双方向D C / A Cインバータに前記D C端で電氣的に接続される電力貯蔵装置、及び、A C端及びD C端を有し、前記A C端で前記A Cバスに、前記D C端で前記D Cパワーバスに電氣的に接続されるA C / D C整流器を含む燃料電池システムを含む。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】図 1 は、様々な実施形態による燃料電池システムの斜視図である。

【図 2】図 2 は、様々な実施形態によるホットボックスの概略垂直断面図である。

【図 3 A】図 3 A は、ある実施形態による燃料電池情報技術（IT）グリッドシステムのブロック図である。

【図 3 B】図 3 B は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 3 C】図 3 C は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 3 D】図 3 D は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 3 E】図 3 E は、ある実施形態による複数の燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 4】図 4 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 5】図 5 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 6】図 6 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 7】図 7 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 8】図 8 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 9】図 9 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 10】図 10 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 11】図 11 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムを管理するためのプロセスフロー図である。

【図 12】図 12 は、ある実施形態による燃料電池 IT グリッドシステムのブロック図である。

【図 13】図 13 は、ある実施形態による静的インタラプタの概略図である。

【図 14】図 14 は、ある実施形態による、負荷へのハイブリッド DC 電力を管理するためのプロセスフロー図である。

【図 15 A】図 15 A は、ある実施形態による、負荷へのハイブリッド DC 電力を通常モードで管理するためのプロセスフロー図である。

【図 15 B】図 15 B は、ある実施形態による、負荷へのハイブリッド DC 電力を通常モードで管理するためのプロセスフロー図である。

【図 16】図 16 は、ある実施形態による、負荷へのハイブリッド DC 電力をフェイルモードで管理するためのプロセスフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

様々な実施形態を添付の図を参照して詳細に説明する。同じ又は類似の部品への言及には、可能な限り、図面を通して同じ参照番号を用いる。特定の実施例及び実施形態への言及は、例示を目的とするものであり、本発明の範囲又は特許請求の範囲を限定することを意図するものではない。

【0010】

様々な実施形態は、燃料電池グリッドシステムにおける、電気回路、電気部品、及び燃料電池の循環を管理するための方法を含む。燃料電池の性能と寿命は、特定の出力での燃料電池の作動を維持することによって管理及び改善され、それにより、燃料電池を循環する熱の量及び周期を減らすことができる。1つの燃料電池の温度は、その燃料電池によって生成される電気出力の量に相関させることができる。温度閾値を、この温度閾値の下から上への熱循環から、燃料電池の構成要素への疲労又は損傷が起こり得る温度に設定することができる。電気出力を生み出す際に、この温度閾値未満の温度から温度閾値を超える温度へと燃料電池を繰り返し再加熱することで、燃料電池の構成要素への疲労又は損傷を一層悪化させる恐れがある。

【0011】

燃料電池を一定の電気出力で作動させることは、燃料電池の温度を、温度閾値を超えて維持し、それによって温度閾値未満での熱循環の量と周期を削減し得る。しかしながら、負荷による電力需要は変化し、それゆえ、燃料電池が燃料電池グリッドシステムに配置される場合、燃料電池によって生成される電気出力は、燃料電池の温度を温度閾値以上に維持するのに必要なレベル未満に下がる可能性がある。したがって、グリッドシステムでの燃料電池の作動は、システムが消費することができるよりも多くの電力を生成することができる。過剰な電力をバッテリーに蓄えるという選択肢があるものの、そのようなバッテリーはシステムにとって複雑で費用がかかり、ある期間中に過剰な電力のすべてを蓄えることができない可能性がある。

【0012】

様々な実施形態では、負荷が、電力を消費して作動する任意の電気デバイスであってもよい。負荷には、照明、環境制御、機械、データ処理及びデータストレージ用の電気デバイス等を含む、住宅、オフィス、工業、及び／又は業務利用のための電気デバイスが含まれてよい。本願において、情報技術（IT）利用は1つの例示として用いられ、本願の請求の範囲及び説明をIT利用に限定しない。1つの例示として本明細書で使用される「IT負荷」という用語は、様々な実施形態において任意のタイプの負荷の代わりになり得る。「燃料電池ITグリッドシステム」という用語は、例示のIT負荷を組み込んだ例示の燃料電池グリッドシステムに言及しており、任意のタイプの負荷を組み込んだ任意の燃料電池グリッドシステムの代わりにもなり得る。

【0013】

様々な実施形態は、ロードバランシング負荷が含まれてよく、これは、燃料電池を閾値温度を超えて維持するのに十分な電力で作動させ得るために過剰な電力を受け入れるように調節した負荷への接続を備えた燃料電池グリッドシステムに電氣的に接続される。燃料電池グリッドシステムは、負荷が要求する電力を超える、燃料電池によって生成された電力、及び／又は燃料電池グリッドシステム内の貯蔵容量（storage capacity）を、ロードバランシング負荷に向かわせる。様々な実施形態では、ロードバランシング負荷は、任意の、電力を消費又は貯蔵する装置又はシステムを含んでよい。例えば、ロードバランシング負荷は、過剰な電力を消費するように構成された、燃料電池グリッドシステムの内部又は近傍に位置するロードバンク負荷を含んでもよい。別の例として、ロードバランシング負荷は、冷却システムなどの、燃料電池グリッドシステムの内部又は近傍に位置する機械的負荷を含んでよい。別の例として、ロードバランシング負荷は、照明システムなどの、燃料電池グリッドシステムの電気負荷を含んでよい。別の例として、ロードバランシング負荷は、燃料電池グリッドシステムの内部又は近傍に位置する蓄電ユニットを含んでよい。別の例として、ロードバランシング負荷は、電力系統などの、燃料電池グリッドシステムから遠隔に位置する電気負荷を含んでよい。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷は、複数の同じタイプのロードバランシング負荷又は様々なタイプのロードバランシング負荷の任意の組み合わせを含むことができる。

【0014】

図1は、モジュール式燃料電池システムの説明のために参照により本明細書に援用する米国特許第8,440,362号に、より完全に記載されているモジュール式燃料電池システムの一例を示す。このモジュール式システムは、上述の特許、並びに、モジュール式燃料電池システムの説明のために参照により本明細書に援用する米国特許公開第US2011-0281185号（2007年1月22日出願の出願シリアル番号11/656,006）に記載のモジュール及び構成要素を含むことができる。燃料電池システム格納筐体10のモジュール設計は、柔軟なシステムの設置及び運転を提供する。

【0015】

モジュール式燃料電池システム格納筐体10は、複数のパワーモジュールハウジング12（燃料電池パワーモジュール構成要素を含む）、1つ又は複数の燃料入力（すなわち、燃料処理）モジュールハウジング16、及び1つ又は複数の電力調整（すなわち、電気出力）モジュールハウジング18を含む。例えば、システム格納筐体は、2～30個のパワ

10

20

30

40

50

ーモジュール等、例えば 6 ～ 12 個のパワーモジュールのような、任意の所望の数のモジュールを含むことができる。図 1 は、共通のベース 20 上に、6 個のパワーモジュール（6 個のモジュールを横 1 列に重ねたもの）、1 つの燃料処理モジュール、及び 1 つの電力調整モジュールを含むシステム格納筐体 10 を示す。各モジュールは、それ自体のキャビネット又はハウジングを備えることができる。あるいは、電力調整及び燃料処理モジュールを組み合わせて、1 つのキャビネット又はハウジング 14 に配置された単一の入力／出力モジュールにすることができる。簡潔にするために、各ハウジング 12、14、16、18 は、以下では「モジュール」と呼ぶこととする。

【0016】

1 列のパワーモジュール 12 が示されているが、システムは、パワーモジュール 12 を 2 列以上備えてもよい。例えば、システムは 2 列のパワーモジュールを背中合わせに重ねてもよい。

【0017】

各パワーモジュール 12 は、1 つ又は複数のホットボックス 13 を収容するように構成される。各ホットボックスは、燃料電池のスタック又はカラム（明確性のために示さず）を 1 つ又は複数含み、例えば、導電性インターコネクトプレートによって分離させるセラミック酸化物電解質を有する固体酸化物形燃料電池の 1 つ又は複数のスタック又はカラムなどである。PEM、熔融炭酸塩、リン酸などの他のタイプの燃料電池を使用することもできる。

【0018】

モジュール式燃料電池システム格納筐体 10 はまた、1 つ又は複数の入力又は燃料処理モジュール 16 を含む。このモジュール 16 は、脱硫床等の、燃料の前処理に使用される構成要素を含有するキャビネットを含む。燃料処理モジュール 16 は、異なるタイプの燃料を処理するように設計することができる。例えば、ディーゼル燃料処理モジュール、天然ガス燃料処理モジュール、及びエタノール燃料処理モジュールを、同じ又は別個のキャビネットに設けることができる。特定の燃料に合わせて調整された異なる床組成が各モジュールに設けられ得る。処理モジュール 16 は、パイプラインから供給される天然ガス、圧縮天然ガス、メタン、プロパン、液体石油ガス、ガソリン、ディーゼル、家庭用暖房油、灯油、JP-5、JP-8、航空燃料、水素、アンモニア、エタノール、メタノール、合成ガス、バイオガス、バイオディーゼル及びその他の適切な炭化水素又は水素含有燃料から選択される燃料のうちの少なくとも 1 つを処理することができる。必要に応じて、燃料処理モジュール 16 に改質器 17 を配置してもよい。あるいは、改質器 17 を燃料電池スタックと熱的に統合することが望ましい場合、別個の改質器 17 をそれぞれのパワーモジュール 12 内の各ホットボックス 13 に配置することができる。さらに、内部改質型燃料電池が使用される場合、外部改質器 17 を完全に省略することができる。

【0019】

モジュール式燃料電池システム格納筐体 10 は、また、1 つ又は複数の電力調整モジュール 18 を含む。電力調整モジュール 18 は、燃料電池スタックで発生した DC 電力を AC 電力に変換するための構成要素、グリッドに出力される AC 電力用の電気コネクタ、電氣的過渡現象を管理するための回路、システムコントローラ（例えば、コンピュータ又は専用の制御ロジックデバイス又は回路）を包含するキャビネットを含む。電力調整モジュール 18 は、燃料電池モジュールからの DC 電力を様々な AC 電圧及び周波数に変換するように設計することができる。208 V, 60 Hz; 480 V, 60 Hz; 415 V, 50 Hz 及びその他の一般的な電圧及び周波数に設計することができる。

【0020】

燃料処理モジュール 16 及び電力調整モジュール 18 は、1 つの入力／出力キャビネット 14 に収容することができる。単一の入力／出力キャビネット 14 が設けられる場合は、モジュール 16 及び 18 を、キャビネット 14 内で、上下方向に（例えば、電力処理モジュール 16 脱硫キャニスター／床の上方に電力調整モジュール 18 構成要素）又は横に並べて配置してもよい。

10

20

30

40

50

【0021】

図1の例示の実施形態に示されるように、入力／出力モジュール14の片側に直線的に左右に配置された6つのパワーモジュール12の1列に対して、入力／出力キャビネット14が1つ提供される。モジュールの列は、例えば、システムが電力を供給する建造物に隣接して配置され得る（例えば、モジュールのキャビネットの背面が建造物の壁に面するように）。1列のパワーモジュール12が示されているが、システムは、1列より多いモジュール12を含んでもよい。例えば、上に示したように、システムは、背中合わせに重ねられた2列のパワーモジュールを含むことができる。

【0022】

パワーモジュール12と入力／出力モジュール14のそれぞれはドア30（例えばハッチ、アクセスパネル等）を含み、モジュールの内部構成要素にアクセスできる（例えば、メンテナンス、修理、交換などのために）。一実施形態によると、モジュール12及び14は、各キャビネットの片面にのみドア30を有する直線配列で配置され、システムの連続する列を端どうし互いに隣接させて設置することができる。このようにして、燃料電池格納筐体10のサイズ及び容量は、既存のモジュール12及び14及びベース20の必要最小限の再配置で、追加のモジュール12又は14及びベース20で調整することができる。必要に応じて、モジュール14へのドア30は、キャビネットの前面ではなく側面に配置することができる。

【0023】

図2は、燃料電池スタック又はカラム40を含む燃料電池システムホットボックス13の平面図を示す。ホットボックス13は、燃料電池スタック又はカラム40を含むことができる。ただし、ホットボックス13は、2つ以上のスタック又はカラム40を含み得る。スタック又はカラム40は、インターコネクト50を燃料電池45の間に配置して、互いに積み重ねられ電氣的に接続された燃料電池45を含むことができる。スタック又はカラムの最初と最後の燃料電池45は、それぞれのエンドプレート60とインターコネクト50との間に配置される。エンドプレート60は、燃料電池スタック又はカラム40の電気出力に電氣的に接続される。ホットボックス13は、例えば燃料導管、空気導管、シール、電気接点などの他の構成要素を含むことができ、バランス・オブ・プラント構成要素を含む燃料電池システムに組み込むことができる。燃料電池45は、例えばイットリア安定化ジルコニア（YSZ）又はスカンジウム安定化ジルコニア（SSZ）等のセラミック電解質、例えばニッケル－YSZ、Ni－SSZ又はニッケルサマリアドープセリア（SDC）サーメット等のアノード電極、及び、例えばランタンストロンチウムマンガナイト（LSM）等のカソード電極を含む固体酸化物形燃料電池であってよい。インターコネクト50及び／又はエンドプレート60は、例えばクロム－鉄合金、例えば4～6wt%が鉄で残りがクロムである合金など、任意の適切なガス不透過性の導電性材料を含むことができる。インターコネクト50は、隣接する燃料電池45を電氣的に接続し、燃料及び空気が燃料電池45に到達するためのチャンネルを提供する。

【0024】

モジュール式燃料電池システム格納筐体10等の燃料電池システムは、各種支援設備を含む及び／又はそれにより拡張される。支援設備は、燃料電池システムの運転を支援するための様々な補助設備及びシステムを含むことができる。支援設備は、燃料電池システムが設置される現場での制約及び／又は特徴に基づいて異なっていてよい。非限定的な例として、支援設備は、燃料支援設備、空気支援設備、及び／又は換気支援設備を含むことができる。1つのタイプの燃料支援設備は、燃料電池システム内の供給及び／又は排気燃料圧力を制御するように構成された設備を含んでよく、例えば、燃料電池システムに燃料を供給する、燃料電池システムで燃料／排気を循環させる、及び／又は燃料電池システムから燃料を排出するための燃料ブローア又はポンプであってよい。別のタイプの燃料支援設備は、燃料電池システム用の燃料を処理するように構成することができ、例えば、燃料予熱器、排気スクラバであってよい。他のタイプの燃料支援設備を使用することもできる。1つのタイプの空気支援設備は、燃料電池システムに空気を提供する及び／又は燃料電池システ

10

20

30

40

50

ムから空気を排出するように構成された空気供給設備であってよく、例えば、燃料電池カソード、アノードテールガス酸化器（ＡＴＯ）、空気熱交換器、ＣＰＯ_x反応器などへ空気を提供する、及び／又はこれらから空気を排出するためのブロワ又はファンであってよい。他のタイプの空気支援設備も使用することができる。１つのタイプの換気支援設備は、ホットボックスの外部のハウジングの一部（例えば、モジュール式燃料電池システム格納筐体１０の内部であるがホットボックス１３自身の外部の部分）から換気し及び／又はそこで空気を循環させるように構成された設備を含むことができ、例えば、許容される格納筐体１０圧力を維持するために、格納筐体１０の内部から格納筐体１０の外へと空気を吹き出す換気ファン８０を含むことができる。他のタイプの換気支援設備も使用できる。支援設備、特に電気モータを含む支援設備は、作動のために、交流（ＡＣ）電源、例えば、単相、二相、又は三相ＡＣ電源を必要とする場合がある。

10

【００２５】

様々なモードで燃料電池システムのための支援設備に電力供給するのに必要な、モジュール式燃料電池システム格納筐体１０等の燃料電池システムのいくつかの応用があってもよい。１つのモードは起動モードであってよい。起動モードでは、燃料電池システムはまだ電力を生成できない可能性があり、支援設備は、グリッド又は別の起動電源など、燃料電池システム以外の電源から電力を供給され得る。

【００２６】

別のモードは、通常運転モードであってよい。通常運転モードでは、燃料電池システムは電力を支援設備に供給でき、グリッド又は起動電源もまた支援設備に電力を供給し得、又は電力を供給することができる状態であり得る。一実施形態では、通常運転モードで、支援設備の寄生負荷は、燃料電池システムから直接電力を供給され得る。燃料電池システムによる支援設備の電力供給は、効率的な運転モードであり得る。さらに、グリッド又は起動電源の不具合の場合には、支援設備は既に燃料電池システムによって電力供給されているので、支援設備の作動に中断が起こることはない。

20

【００２７】

別のモードは、スタンドアロンモードであってよく、このとき、燃料電池システムからの電力のみ支援設備で利用可能である。さらなるモードとしては、例えば起動モード中のグリッド又は起動電源の停止、又はスタンドアロンモード中の燃料電池システム障害など、支援設備に電力が利用できない場合に発生する不具合モードが考えられる。

30

【００２８】

図３Ａ～図１０は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷３０６に電氣的に接続された燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の様々な実施形態を例示しているが、本明細書では、ロードバランシング負荷３０６は、非限定的な実施例において、機械的負荷６００又は電気事業者の電力系統８０２とも称する。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、パワーモジュール１２、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２、ＤＣパワーバス３０４、ＤＣ／ＡＣインバータ３０８、及びＡＣ電流を使用して作動するように構成されたＩＴ負荷３１０の任意の数及び組み合わせからデータ信号を受信し、それに制御信号を送信するように構成された１つ又は複数の制御装置３０１を含んだ様々な構成要素を、含む。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の様々な実施形態では、ＩＴ負荷３１０は、ＤＣ電流を使用して作動するように構成され得、ＤＣ／ＡＣインバータ３０８を、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００から省略することができる。制御装置３０１は、任意の形態のプログラム可能なコンピューティングデバイス又はシステムであり得、例えば、図１１に示される方法のオペレーションを含む、様々な実施形態のオペレーションを実行するように構成された、サーバ又はシステム全体の制御装置３０１等であってよい。図３Ａ～図１０は、例示的な例であり、特許請求の範囲を限定するものではないことを意図した様々な実施形態を示す。

40

【００２９】

燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、図１を参照して本明細書に記載されるように構成され得るパワーモジュール１２を、任意の数「Ｎ」個含むことができる。様々な実施

50

形態において、パワーモジュール１２の数は、少なくとも、ＩＴ負荷３１０の少なくとも通常の電力需要を満たすのに十分な電力を生成するために必要なだけのパワーモジュール１２であってよい。様々な実施形態では、パワーモジュール１２の数は、任意の数の余剰のパワーモジュール１２を含んでよく、その結果、少なくとも１つのパワーモジュール１２からの電力出力が減少又は無い場合に、余剰のパワーモジュール１２が用いられてＩＴ負荷３１０の電力需要の供給を続けることができる。同様に、パワーモジュールは、余剰の燃料電池スタック（図示せず）を含んでよく、その結果、パワーモジュール１２の少なくとも１つの燃料電池スタックからの電力出力が減少又は無い場合に、余剰の燃料電池スタックが用いられて、ＩＴ負荷３１０の電力需要の供給を続けることができる。

【００３０】

パワーモジュール１２は、パワーモジュール１２がある温度閾値を有するように構成することができる。この温度閾値において、閾値未満の温度から閾値を超える温度へとパワーモジュール１２の構成要素を繰り返し循環することからパワーモジュール１２の構成要素を疲労させる又は損傷を与える。様々な実施形態において、パワーモジュール１２は、温度閾値を超える温度を維持するように制御され得る。温度閾値を超える温度を維持するようなパワーモジュール１２の制御は、パワーモジュール１２の構成要素の温度測定値及び／又はパワーモジュール１２の電気出力に基づくことができる。様々な実施形態において、パワーモジュール１２は、温度閾値を超える温度を維持するようにパワーモジュール１２を制御するよう構成された制御装置３０１を含むことができる。様々な実施形態では、制御装置３０１は、任意の数のパワーモジュール１２に通信可能に接続され得、それぞれの温度を温度閾値を超えて維持するようにパワーモジュール１２のそれぞれを制御するよう構成され得る。

【００３１】

パワーモジュール１２は、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２に電氣的に接続することができ、電気導管を介してＤＣ／ＤＣコンバータ３０２にＤＣ電流を供給することができる。ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２は、電源から受け取るＤＣ電流を、より高い又はより低い電圧に変換するように構成することができる。ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２は一方方向性であってよく、入力端で電力を受け取り、出力端で電力を供給するように構成することができる。様々な実施形態では、電力源はパワーモジュール１２を含み得る。ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２は、入力端でパワーモジュール１２に電氣的に接続され、出力端でＤＣパワーバス３０４に電氣的に接続され得る。パワーモジュール１２からＤＣ／ＤＣコンバータ３０２が受け取ったＤＣ電流は、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２によって変換され、ＤＣパワーバス３０４に供給される。様々な実施形態において、ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２は、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の電力容量及び／又はＩＴ負荷３１０の電力需要に基づいて、指定された電圧及び／又はアンペア数の電力を供給するように構成される。ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２によって供給される指定された電圧及び／又はアンペア数の電力は、他のＤＣ／ＤＣコンバータ３０２によって供給される電圧及び／又はアンペア数の電力に基づく、又はＤＣパワーバス３０４に基づくことができる。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、Ｎ個のパワーモジュール１２とＤＣパワーバス３０４との間に配置される任意の数「Ｍ」個のＤＣ／ＤＣコンバータ３０２を含み得る。様々な実施形態において、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００では、パワーモジュール１２対ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２が１対１の比であってよい。様々な実施形態において、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００では、パワーモジュール１２対ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２が１対多数の比であってよい。

【００３２】

ＤＣパワーバス３０４は、複数の電力源のための共通の電気導管として構成することができる。様々な実施形態では、電力源は、パワーモジュール１２、電力貯蔵装置４０２、及び／又は電力系統８０２を任意の数及び組み合わせで含むことができる。ＤＣパワーバス３０４は、例えばＤＣ／ＤＣコンバータ３０２、ＤＣディスコネクト４００、及び／又は双方向ＤＣ／ＡＣインバータ８００等の、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の他の構

10

20

30

40

50

成要素を介して電力源に電氣的に接続され得る。DCパワーバス304は、電力を負荷に送るように構成され得る。様々な実施形態では、負荷は、IT負荷310及びロードバランシング負荷306を任意の数及び組み合わせで含み得る。DCパワーバス304は、DC/ACインバータ308等の、燃料電池ITグリッドシステム300の他の構成要素を介して複数のIT負荷310に電氣的に接続され得る。

【0033】

DC/ACインバータ308は、電力源から受け取ったDC電流をAC電流に変換するように構成することができる。DC/ACインバータ308は一方方向性で、入力端で電力を受け取り、出力端で電力を供給するように構成することができる。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール12、電力貯蔵装置402、及び／又は電力系統802を任意の数及び組み合わせで含むことができる。DC/ACインバータ308は、入力端で電力源に電氣的に接続され、出力端でIT負荷310に電氣的に接続することができる。DC/ACインバータ308は、例えばDCパワーバス304、DC/DCコンバータ302、及び／又は双方向DC/ACインバータ800等の、燃料電池ITグリッドシステム300の他の構成要素を介して電力源に電氣的に接続され得る。DC/ACインバータ308によって電力源から受け取ったDC電流は、DC/ACインバータ308によって逆変換され、IT負荷310に供給され得る。様々な実施形態において、DC/ACインバータ308は、IT負荷310の電力構成及び／又はIT負荷310の電力需要に基づいて、指定された電圧及び／又はアンペア数の電力を供給するように構成され得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、任意の数「P」個のDC/ACインバータ308を含むことができ、それぞれがDCパワーバス304とIT負荷310の間に配置される。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300では、DC/ACインバータ308対IT負荷310が1対1の比であってよい。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300では、DC/ACインバータ308対IT負荷310が1対多数の比であってよい。

【0034】

IT負荷310は、燃料電池ITグリッドシステム300内の電力を消費するように構成することができる。様々な実施形態において、電力を、パワーモジュール12、電力貯蔵装置402、及び／又は電力系統802の任意の数及び組み合わせによって、燃料電池ITグリッドシステム300に提供することができる。IT負荷310は、例えばサーバ、ネットワークスイッチ、ルーター、スーパーコンピュータ、及び／又は量子コンピュータ等のコンピューティングデバイスを任意の数及び組み合わせで含み得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、任意の数「Q」個のIT負荷310を含み得る。IT負荷310によって必要とされる電力の電圧及び／又はアンペア数が、燃料電池ITグリッドシステム300上のIT負荷310の電力需要であってよい。複数のIT負荷310は、電力の電圧及び／又はアンペア数が特定の必要条件内にあることを必要とし、そしてこれらの必要条件を組み合わせたものが、燃料電池ITグリッドシステム300上のIT負荷310の電力需要を示す。

【0035】

ロードバランシング負荷306は、IT負荷310の電力需要を超える、燃料電池ITグリッドシステム300で生成された電力を受け取るように構成することができる。いくつかの実施形態において、ロードバランシング負荷306は、IT負荷310の電力需要を超える、燃料電池ITグリッドシステム300で生成された電力を消費するように構成することができる。いくつかの実施形態において、ロードバランシング負荷306は、IT負荷310の電力需要を超える、燃料電池ITグリッドシステム300で生成された電力を貯蔵及び分配するように構成され得る。ロードバランシング負荷306は、負荷バンク、機械的負荷600、電氣的負荷、及び／又は電力貯蔵装置を任意の数及び組み合わせで含み得る。ロードバンクは、抵抗性ロードバンク、誘導性ロードバンク、容量性ロードバンク、及び／又は複合ロードバンクを含む、例えば電力を熱エネルギーとして放散することなど、エネルギーを放散するように構成された任意の形態のロードバンクを含み得る

。機械的負荷 600 は、例えば、IT 負荷冷却システム、HVAC システム、ガス及び／又は液体ポンプシステム、ファン、ベントなどを含み得る。電氣的負荷は、例えば、照明システム、セキュリティシステムなどを含み得る。電力貯蔵装置は、電磁的電力貯蔵、機械的電力貯蔵、電気化学的電力貯蔵、化学的電力貯蔵、及び／又は熱的電力貯蔵を含む任意の形態の電力貯蔵を含み得る。

【0036】

図 3 A は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 の一例を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含み得る。パワーモジュール 12 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC / DC コンバータ 302 を含み得る。各パワーモジュール 12 は、DC / DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対 DC / DC コンバータ 302 が 1 対 1 の比であってよい。DC / DC コンバータ 302 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。各 DC / DC コンバータ 302 は、パワーモジュール 12 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

【0037】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は Q 個の IT 負荷 310 を含むことができる。IT 負荷 310 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間の電氣的接続はデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、P 個の DC / AC インバータ 308 を含むことができる。各 IT 負荷 310 は、DC / AC インバータ 308 に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間のデュアルコードの電氣的接続は、IT 負荷 310 と関連する DC / AC インバータ 308 との間でデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、関連する DC / AC インバータ 308 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高め得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対 DC / AC インバータ 308 が 1 対 1 の比であってよい。DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。各 DC / AC インバータ 308 は、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

【0038】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 を介してロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷 306 は、IT 負荷 310 の電力需要を超える、パワーモジュール 12 の組み合わせによって生成された、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の過剰な電力を受け取ることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な実施形態の方法を実施するために、ロードバランシング負荷 306 への接続を制御するように構成される制御装置 301 を含むことができる。

【0039】

図 3 B は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 の例を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含み得る。パワーモジュール 12 は、複数の DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC / DC コンバータ 302 を含み得る。各パワーモジュール 12 は、複数の DC / DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対 DC / DC コンバータ 302 が 1 対多数の比であってよい。DC / DC コンバータ 302 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され

10

20

30

40

50

得る。様々な実施形態において、パワーモジュール 12 に電氣的に接続された第 1 の DC / DC コンバータ 302 は、第 1 の DC パワーバス 304 に電氣的に接続され、パワーモジュール 12 に電氣的に接続された第 2 の DC / DC コンバータ 302 は第 2 の DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができる。関連するパワーモジュール 12 に電氣的に接続された複数の DC パワーバス 304 と複数の DC / DC コンバータ 302 を含む燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成は、余剰の電氣的構成要素と接続を設けることによって、パワーモジュール 12 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。各 DC / DC コンバータ 302 は、パワーモジュール 12 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な実施形態の方法を実施するためにロードバランシング負荷 306 への接続を制御するように構成された制御装置 301 を含むことができる。

10

【0040】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、Q 個の IT 負荷 310 を含むことができる。IT 負荷 310 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 の間の電氣的接続はデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 は、第 1 の DC パワーバス 304 と第 2 の DC パワーバス 304 に電氣的に接続できる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、P 個の DC / AC インバータ 308 を含んでよい。各 IT 負荷 310 は DC / AC インバータ 308 に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間のデュアルコードの電氣的接続は、IT 負荷 310 と関連する DC / AC インバータ 308 との間でデュアルコードにし、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、パワーモジュール 12 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対 DC / AC インバータ 308 が 1 対 1 の比であってよい。DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、パワーモジュール 12 に電氣的に接続された DC / AC インバータ 308 は、第 1 の DC パワーバス 304 及び第 2 の DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができる。各 DC / AC インバータ 308 は、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続することができる。

20

30

【0041】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 の少なくとも 1 つを介してロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、複数の DC パワーバス 304 を介してロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、各ロードバランシング負荷 306 を DC パワーバス 304 に電氣的に接続することによって複数のロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷 306 は、IT 負荷 310 の電力需要を超える、パワーモジュール 12 の組み合わせによって生成された燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の過剰な電力を受け取ることができる。

40

【0042】

図 3C は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続される燃料電池 IT グリッドシステム 300 の一例を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含み得る。パワーモジュール 12 は、複数の DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC / DC コンバータ 302 を含み得る。各パワーモジュール 12 は、複数の DC / DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム

50

300では、パワーモジュール12対DC/DCコンバータ302が1対多数の比であってよい。DC/DCコンバータ302は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、パワーモジュール12に電氣的に接続される第1のDC/DCコンバータ302は、第1のDCパワーバス304に電氣的に接続され得、パワーモジュール12に電氣的に接続される第2のDC/DCコンバータ302は、第2のDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。関連するパワーモジュール12に電氣的に接続される複数のDCパワーバス304と複数のDC/DCコンバータ302を含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続設けることによって、パワーモジュール12からIT負荷310への電力供給の信頼性を高めることができる。各DC/DCコンバータ302は、パワーモジュール12とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得る。

10

【0043】

燃料電池ITグリッドシステム300はQ個のIT負荷310を含むことができる。IT負荷310は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT負荷310とDCパワーバス304の間の電氣的接続はデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DCパワーバス304からIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。様々な実施形態において、IT負荷310は、第1のDCパワーバス304及び第2のDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、P個のDC/ACインバータ308を含み得る。各IT負荷310は、複数のDC/ACインバータ308に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300では、IT負荷310対DC/ACインバータ308が1対多数の比であってよい。DC/ACインバータ308は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT負荷310に電氣的に接続される第1のDC/ACインバータ308は、第1のDCパワーバス304に電氣的に接続され得、IT負荷310に電氣的に接続される第2のDC/ACインバータ308は、第2のDCパワーバス304に電氣的に接続することができる。関連するIT負荷310に電氣的に接続される複数のDCパワーバス304と複数のDC/ACインバータ308を含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール12からIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。各DC/ACインバータ308は、IT負荷310とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得る。

20

30

【0044】

燃料電池ITグリッドシステム300は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷306に電氣的に接続することができる。燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304のうちの少なくとも1つを介してロードバランシング負荷306に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300は、複数のDCパワーバス304を介してロードバランシング負荷306に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300は、各ロードバランシング負荷306をDCパワーバス304に電氣的に接続することによって、複数のロードバランシング負荷306に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷306は、IT負荷310の電力需要を超える、パワーモジュール12の組み合わせによって生成された、燃料電池ITグリッドシステム300内の過剰な電力を受け入れることができる。

40

【0045】

図3Dは、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷306に電氣的に接続される燃料電池ITグリッドシステム300の一例を示す。燃料電池ITグリッドシステム300は、N個のパワーモジュール12を含み得る。パワーモジュール12は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、M個のDC/DCコンバータ302を含み得る。各パワーモジュール12は、DC/DCコンバータ302に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300では、

50

パワーモジュール１２対ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２の比が１対１の比であってよい。ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２は、ＤＣパワーバス３０４に並列に電氣的に接続され得る。各ＤＣ／ＤＣコンバータ３０２は、パワーモジュール１２とＤＣパワーバス３０４との間に電氣的に接続され得る。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、様々な実施形態の方法を実施するためにロードバランシング負荷３０６への接続を制御するように構成された制御装置３０１を含むことができる。

【００４６】

燃料電池ＩＴグリッドシステム３００はＱ個のＩＴ負荷３１０を含むことができる。ＩＴ負荷３１０はＤＣパワーバス３０４に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、ＩＴ負荷３１０とＤＣパワーバス３０４の間の電氣的接続をデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、ＤＣパワーバス３０４からＩＴ負荷３１０への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、Ｐ個のＤＣ／ＡＣインバータ３０８を含み得る。各ＩＴ負荷３１０は、複数のＤＣ／ＡＣインバータ３０８に電氣的に接続され得る。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００では、ＩＴ負荷３１０対ＤＣ／ＡＣインバータ３０８が１対多数の比であってよい。ＤＣ／ＡＣインバータ３０８はＤＣパワーバス３０４に並列に電氣的に接続できる。様々な実施形態において、ＩＴ負荷３１０に電氣的に接続される第１のＤＣ／ＡＣインバータ３０８は、ＤＣパワーバス３０４に電氣的に接続され、ＩＴ負荷３１０に電氣的に接続される第２のＤＣ／ＡＣインバータ３０８は、ＤＣパワーバス３０４に電氣的に接続され得る。関連するＩＴ負荷３１０に電氣的に接続される複数のＤＣ／ＡＣインバータ３０８を含む燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール１２からＩＴ負荷３１０への電力供給の確実性を高めることができる。各ＤＣ／ＡＣインバータ３０８は、ＩＴ負荷３１０とＤＣパワーバス３０４との間に電氣的に接続され得る。

【００４７】

燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷３０６に電氣的に接続され得る。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００はＤＣパワーバス３０４を介してロードバランシング負荷３０６に電氣的に接続できる。ロードバランシング負荷３０６は、ＩＴ負荷３１０の電力需要を超える、パワーモジュール１２の組み合わせによって生成された、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００内の過剰な電力を受け取ることができる。

【００４８】

図３Ｅは、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷３０６に電氣的に接続された複数の燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の一例を示す。任意の数「Ｒ」個の燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷３０６に電氣的に接続され得る。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、ＤＣパワーバス３０４を介してロードバランシング負荷３０６に電氣的に接続され得る。ロードバランシング負荷３０６は、ＩＴ負荷３１０の電力需要を超える、パワーモジュール１２の組み合わせによって生成された、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００内の過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、本明細書に記載の燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成等の、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成の任意の組み合わせを含むことができる。

【００４９】

図４～図１０に示すように、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、任意の数及び組み合わせの、電力貯蔵装置４０２、及び、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００内の電流の流れを遮断するように構成される電氣的保護構成要素を含むことができる。様々な実施形態において、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、変圧器４０６を含み得る。図４～図１０は、例示的な例であり、特許請求の範囲を限定するものではないことを意図した様々な実施形態を示す。

【００５０】

図４～図１０を合わせて参照すると、電力貯蔵装置４０２は、任意の数及び組み合わせの電力貯蔵装置４０２を含み得る。例えば、電力貯蔵装置４０２は、電磁的電力貯蔵、機械的電力貯蔵、電気化学的電力貯蔵、化学的電力貯蔵、及び／又は熱的電力貯蔵を含む任意の形態の電力貯蔵を含むことができる。いくつかの非限定的な例には、キャパシタ、フライホイール、及び／又はバッテリーが含まれる。電力貯蔵装置４０２は、余剰の電力供給を提供することによって、ＩＴ負荷３１０への電力供給の確実性を高めることができる。パワーモジュール１２からの電気出力が不十分か、減少、又は電気出力がない場合、電力貯蔵装置４０２を用いてＩＴ負荷３１０の電力需要の供給を増やす又は継続することができる。電力貯蔵装置４０２は、パワーモジュール１２によって生成された電力を貯めるように構成することができる。電力貯蔵装置４０２は、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００での電力の生成が燃料電池ＩＴグリッドシステム３００のＩＴ負荷３１０の電力需要を下回ることに応じて、蓄えられた電力を供給するように構成することができる。電力貯蔵装置４０２は、電力源から電力を受け取り、蓄えられた電力をＤＣパワーバス３０４に出力することができる。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、任意の数「Ｓ」個のＤＣ／ＤＣコンバータ３０２を含むことができ、それぞれパワーモジュール１２とＤＣパワーバス３０４の間に配置される。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール１２、電力貯蔵装置４０２、及び／又は電力系統８０２を含み得る。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００は、様々な実施形態の方法を実施するために、電力貯蔵装置４０２及び／又はロードバランシング負荷３０６への接続を制御するように構成された制御装置３０１を含み得る。

【００５１】

電氣的保護構成要素は、ヒューズ、回路遮断器、及び／又はスイッチを含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、ＤＣディスコネクト４００を含み得る。ＤＣディスコネクト４００は、任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素を、ＤＣパワーバス３０４に接続及び切断するように構成され得る。ＤＣディスコネクト４００は、閾値電力許容値を備えて構成することができる。ＤＣディスコネクト４００は、通常、任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素をＤＣパワーバス３０４に接続するように構成され得る。閾値電力許容値を超えるＤＣディスコネクト４００に供給された電力は、ＤＣディスコネクト４００によって、ＤＣパワーバス３０４から任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素を切断することができる。様々な実施形態において、ＤＣディスコネクト４００は、ＤＣパワーバス３０４から任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素を選択的に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素は、パワーモジュール１２、電力貯蔵装置４０２、及び／又はＤＣ／ＤＣコンバータ３０２を含み得る。様々な実施形態において、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素は、ＤＣ／ＡＣインバータ３０８、回路遮断器４０４、変圧器４０６、及び／又はＡＣ電流を使用して作動するように構成されたＩＴ負荷３１０を含み得る。燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の様々な実施形態では、ＩＴ負荷３１０は、ＤＣ電流を使用して作動するように構成することもでき、ＤＣ／ＡＣインバータ３０８を燃料電池ＩＴグリッドシステム３００から省略することができる。

【００５２】

様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、回路遮断器４０４を含むことができる。回路遮断器４０４は、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００から任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素を接続及び切断するように構成され得る。回路遮断器４０４は、閾値電力許容値を備えて構成され得る。回路遮断器４０４は、通常、任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３００の構成要素を燃料電池ＩＴグリッドシステム３００に接続するように構成され得る。回路遮断器４０４に供給された電力が閾値電力許容値を超えると、回路遮断器４０４により、燃料電池ＩＴグリッドシステム３００から任意の数及び組み合わせの燃料電池ＩＴグリッドシステム３

00の構成要素を切断することができる。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素は、変圧器406及び／又はIT負荷310を含むことができる。

【0053】

変圧器406は、電力源から受け取る電力の電圧を増減するように構成することができる。変圧器406は、入力端で電力を受け取り、出力端で電力を供給するように構成することができる。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール12、電力貯蔵装置402、及び／又は電力系統802を任意の数及び組み合わせで含むことができる。変圧器406は、入力端で電力源に電氣的に接続され、出力端でIT負荷310に電氣的に接続することができる。変圧器406は、例えばDC／ACインバータ308、DCパワーバス304、及び／又はDC／DCコンバータ302等の、燃料電池ITグリッドシステム300の他の構成要素を介して電力源に電氣的に接続することができる。DCパワーバス304を介して電力源から変圧器406が受け取るDC電流は、その電圧を変圧器406によって増減させてIT負荷310に供給することができる。DC／ACインバータ308を介して電力源から変圧器406が受け取るAC電流は、その電圧を変圧器406によって増減させてIT負荷310に供給することができる。様々な実施形態において、変圧器406は、IT負荷310の電力構成及び／又はIT負荷310の電力需要に基づいて指定される電圧電力を供給するように構成することができる。燃料電池ITグリッドシステム300は、P個の変圧器406を含むことができ、それぞれがDCパワーバス304とIT負荷310の間に配置される。様々な実施形態において、各変圧器406は、より具体的には、DC／ACインバータ308とIT負荷310との間に配置され得る。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300では、変圧器406対IT負荷310が1対1の比であってよい。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300では、変圧器406対IT負荷310が1対多数の比であってよい。様々な実施形態において、変圧器406は任意選択であってよい。変圧器406は、パワーモジュール12とIT負荷310の固有電圧が不一致の場合に燃料電池ITグリッドシステム300上に含めることができ、パワーモジュール12とIT負荷310の固有電圧が一致する場合には除くことができる。

【0054】

図4は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷306に電氣的に接続された燃料電池ITグリッドシステム300の一例を示す。燃料電池ITグリッドシステム300は、N個のパワーモジュール12を含み得る。パワーモジュール12は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、M個のDC／DCコンバータ302を含み得る。各パワーモジュール12は、DC／DCコンバータ302に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300では、パワーモジュール12対DC／DCコンバータ302が1対1の比であってよい。DC／DCコンバータ302は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。各DC／DCコンバータ302は、パワーモジュール12とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得る。

【0055】

燃料電池ITグリッドシステム300はS個の電力貯蔵装置402を含むことができる。各電力貯蔵装置402は、パワーモジュール12に電氣的に接続することができる。電力貯蔵装置402はDC／DCコンバータ302を介してパワーモジュール12に電氣的に接続することができる。電力貯蔵装置402はDCパワーバス304に並列に電氣的に接続することができる。

【0056】

燃料電池ITグリッドシステム300は、パワーモジュール12及び／又は電力貯蔵装置402からDCパワーバス304を電氣的に接続及び切断するように構成される任意の数T個の電氣的保護構成要素を含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DCディスコネクト400を含むことができる。各DCディスコネクト40

0 は、DC パワーバス 304 からパワーモジュール 12 及び／又は電力貯蔵装置 402 を接続及び切断するように構成できる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、パワーモジュール 12 及び電力貯蔵装置 402 の一方又は両方に選択的に接続及び切断できる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、同様に、さらに、DC パワーバス 304 から DC / DC コンバータ 302 を接続及び切断できる。

【0057】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は Q 個の IT 負荷 310 を含むことができる。IT 負荷 310 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間の電氣的接続は、デュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、P 個の DC / AC インバータ 308 を含み得る。各 IT 負荷 310 は、複数の DC / AC インバータ 308 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対 DC / AC インバータ 308 が 1 対多数の比であってよい。DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT 負荷 310 に電氣的に接続された第 1 の DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができ、IT 負荷 310 に電氣的に接続された第 2 の DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。関連する IT 負荷 310 に電氣的に接続された複数の DC / AC インバータ 308 を含む燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール 12 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。各 DC / AC インバータ 308 は、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

【0058】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は P 個の変圧器 406 を含むことができる。各 IT 負荷 310 は複数の変圧器 406 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対変圧器 406 が 1 対多数の比であってよい。変圧器 406 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT 負荷 310 に電氣的に接続された第 1 の変圧器 406 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得、IT 負荷 310 に電氣的に接続された第 2 の変圧器 406 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。各変圧器 406 は、DC / AC インバータ 308 を介して DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができる。関連する IT 負荷 310 に電氣的に接続された複数の変圧器 406 を含む燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、IT 負荷 310 へのパワーモジュール 12 からの電力供給の確実性を高めることができる。各変圧器 406 は、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、変圧器 406 対 IT 負荷 310 が 1 対多数の比であってよい。様々な実施形態において、変圧器 406 は任意選択であってよい。変圧器 406 は、パワーモジュール 12 と IT 負荷 310 の固有電圧が不一致の場合に燃料電池 IT グリッドシステム 300 上に含めることができ、パワーモジュール 12 と IT 負荷 310 の固有電圧が一致する場合には除くことができる。

【0059】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 を IT 負荷 310 から電氣的に接続及び切断するように構成される P 個の電氣的保護構成要素を含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DC ディスコネクト 400 を含むことができる。各 DC ディスコネクト 400 は、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 を接続及び切断するように構成することができる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、同様に追加で、DC / AC インバータ 308、回路遮断器 404、及び／又は変圧器 406 を、DC パワーバス 304 から接続及び切断することができる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、DC パワーバス 304 から IT

負荷 310 の複数の入力の中の 1 つを接続及び切断することができる。

【0060】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、燃料電池 IT グリッドシステム 300 から燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成要素を電氣的に接続及び切断するように構成される電氣的保護構成要素を P 個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、回路遮断器 404 を含む得る。様々な実施形態において、燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成要素は、変圧器 406 及び／又は IT 負荷 310 を含む得る。各回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 を燃料電池 IT グリッドシステム 300 に接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態では、回路遮断器 404 は、同様に追加で、変圧器 406 を燃料電池 IT グリッドシステム 300 に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 の複数の入力の中の 1 つを燃料電池 IT グリッドシステム 300 に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 と DC / AC インバータ 308 との間に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 に電氣的に接続された変圧器 404 と DC / AC インバータ 308 との間に電氣的に接続され得る。

10

【0061】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 を介してロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷 306 は、IT 負荷 310 の電力需要を超える、パワーモジュール 12 の組み合わせによって生成された、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、電氣的保護構成要素によって燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続及び切断される。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DC ディスコネクト 400 を含むことができる。

20

【0062】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な形態の方法を実施するために、システムの種々の構成要素からの信号を受信し、種々の構成要素への接続を制御するように構成された制御装置 301 を含むことができる。

30

【0063】

図 5 は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 の一例を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含む得る。パワーモジュール 12 は複数の DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC / DC コンバータ 302 を含む得る。各パワーモジュール 12 は、DC / DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対 DC / DC コンバータ 302 が 1 対 1 の比であってよい。DC / DC コンバータ 302 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。パワーモジュール 12 に電氣的に接続された複数の DC パワーバス 304 を含む燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成は、余剰の電氣的接続を設けることによって、パワーモジュール 12 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。各 DC / DC コンバータ 302 は、パワーモジュール 12 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

40

【0064】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、S 個の電力貯蔵装置 402 を含むことができる。各電力貯蔵装置 402 はパワーモジュール 12 に電氣的に接続することができる。電力貯蔵装置 402 は、DC / DC コンバータ 302 を介してパワーモジュール 12 に電氣的に接続することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対電力貯蔵装置 402 が 1 対多数の比であってよい。電力貯蔵装置 402 は、並列

50

にDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、第1の電力貯蔵装置402は、DC/DCコンバータ302と第1のDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得、第2の電力貯蔵装置402は、DC/DCコンバータ302と第2のDCパワーバス304との間に電氣的に接続することができる。関連するパワーモジュール12に電氣的に接続された複数の電力貯蔵装置402を含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、電力貯蔵装置402からIT負荷310への電力供給の信頼性を高めることができる。

【0065】

燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304をパワーモジュール12及び／又は電力貯蔵装置402に電氣的に接続する及び切断するように構成された電氣的保護構成要素を任意の数T個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DCディスコネクト400を含み得る。各DCディスコネクト400は、パワーモジュール12及び／又は電力貯蔵装置402をDCパワーバス304に接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、DCディスコネクト400に電氣的に接続されるパワーモジュール12及び電力貯蔵装置402の一方又は両方を選択的に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、第1のDCディスコネクト400は、パワーモジュール12及び第1の電力貯蔵装置402を第1のDCパワーバス304に電氣的に接続及び切断することができ、第2のDCディスコネクト400は、パワーモジュール12及び第2の電力貯蔵装置402を第2のDCパワーバス304に電氣的に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、同様に追加で、DC/DCコンバータ302をDCパワーバス304に接続及び切断することができる。

【0066】

燃料電池ITグリッドシステム300は、Q個のIT負荷310を含むことができる。IT負荷310はDCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT負荷310とDCパワーバス304との間の電氣的接続をデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DCパワーバス304からIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。様々な実施形態において、IT負荷310は、第1のDCパワーバス304及び第2のDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、P個のDC/ACインバータ308を含み得る。各IT負荷310は、複数のDC/ACインバータ308に電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム300では、IT負荷310対DC/ACインバータ308が1対多数の比であってよい。DC/ACインバータ308は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT負荷310に電氣的に接続される第1のDC/ACインバータ308は、第1のDCパワーバス304に電氣的に接続され得、IT負荷310に電氣的に接続される第2のDC/ACインバータ308は、第2のDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。複数のDCパワーバス304と、関連するIT負荷310に電氣的に接続される複数のDC/ACインバータ308とを含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることにより、パワーモジュール12からIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。各DC/ACインバータ308は、IT負荷310とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得、IT負荷310をDCパワーバス304に電氣的に接続する。

【0067】

燃料電池ITグリッドシステム300はP個の変圧器406を含むことができる。各IT負荷310は、複数の変圧器406に電氣的に接続できる。燃料電池ITグリッドシステム300では、IT負荷310対変圧器406が1対多数の比であってよい。変圧器406は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT負荷310に電氣的に接続される第1の変圧器406は、第1のDCパワーバス304に電氣的に接続することができ、IT負荷310に電氣的に接続される第2の変圧器

406は、第2のDCパワーバス304に電氣的に接続することができる。各変圧器406は、DC/ACインバータ308を介してDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。関連するIT負荷310に電氣的に接続される複数の変圧器406を含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール12をIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。各変圧器406は、IT負荷310とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得、IT負荷310をDCパワーバス304に電氣的に接続する。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300では、変圧器406対IT負荷310が1対多数の比であってよい。様々な実施形態において、変圧器406は任意選択であってよい。変圧器406は、パワーモジュール12とIT負荷310の固有電圧が不一致の場合に燃料電池ITグリッドシステム300上に含めることができ、パワーモジュール12とIT負荷310の固有電圧が一致する場合には除くことができる。

10

【0068】

燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304をIT負荷310に電氣的に接続及び切断するように構成された電氣的保護構成要素をP個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素はDCディスコネクト400を含むことができる。各DCディスコネクト400は、IT負荷310をDCパワーバス304に接続及び切断するように構成することができる。様々な実施形態において、第1のDCディスコネクト400は、IT負荷310を第1のDCパワーバス304に接続及び切断するように構成することができ、第2のDCディスコネクト400は、IT負荷310を第2のDCパワーバスに接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、同様に追加で、DC/ACインバータ308、回路遮断器404、及び/又は変圧器406をDCパワーバス304に接続及び切断することができる。

20

【0069】

燃料電池ITグリッドシステム300は、燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素を燃料電池ITグリッドシステム300から電氣的に接続及び切断するように構成された電氣的保護構成要素をP個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は回路遮断器404を含むことができる。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素は、変圧器406及び/又はIT負荷310を含み得る。各回路遮断器404は、IT負荷310を燃料電池ITグリッドシステム300に接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態において、回路遮断器404は、同様に追加で、変圧器406を燃料電池ITグリッドシステム300に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器404は、IT負荷310の複数の入力の中の1つを燃料電池ITグリッドシステム300に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器404は、IT負荷310とDC/ACインバータ308との間に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、回路遮断器404は、IT負荷310に電氣的に接続される変圧器404とDC/ACインバータ308との間に電氣的に接続され得る。

30

【0070】

燃料電池ITグリッドシステム300は、任意の数Vの又は任意の組み合わせのロードバランシング負荷306に電氣的に接続できる。燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304を介してロードバランシング負荷306に電氣的に接続され得る。ロードバランシング負荷306は、IT負荷310の電力需要を超える、パワーモジュール12の組み合わせによって生成された、燃料電池ITグリッドシステム300内の過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300は、第1のDCパワーバス304を介して第1のロードバランシング負荷306に電氣的に接続され得、燃料電池ITグリッドシステム300は、第2のDCパワーバス304を介して第2のロードバランシング負荷306に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷306は、電氣的保護構成要素によって燃料電池ITグリッドシステム300に電氣的に接続され、これから切断され得る。様々な実

40

50

施形態において、電氣的保護構成要素は、関連するロードバランシング負荷 306 を関連する DC パワーバス 304 に電氣的に接続及びこれから切断するように構成される DC ディスコネクト 400 を含み得る。

【0071】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な実施形態の方法を実施するために、システムの様々な構成要素から信号を受信し、様々な構成要素への接続を制御するように構成された制御装置 301 を含むことができる。

【0072】

図 6 は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306, 600 に電氣的に接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 の一例を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含み得る。パワーモジュール 12 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続される。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC/DC コンバータ 302 を含み得る。各パワーモジュール 12 は、DC/DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対 DC/DC コンバータ 302 が 1 対 1 の比であってよい。DC/DC コンバータ 302 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。各 DC/DC コンバータ 302 は、パワーモジュール 12 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

【0073】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、S 個の電力貯蔵装置 402 を含み得る。各電力貯蔵装置 402 はパワーモジュール 12 に電氣的に接続し得る。電力貯蔵装置 402 は、DC/DC コンバータ 302 を介してパワーモジュール 12 に電氣的に接続することができる。電力貯蔵装置 402 は並列に DC パワーバス 304 に電氣的に接続できる。

【0074】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、パワーモジュール 12 及び／又は電力貯蔵装置 402 から DC パワーバス 304 を電氣的に接続及び切断するように構成された電氣的保護構成要素を任意の数 T 個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は DC ディスコネクト 400 を含み得る。各 DC ディスコネクト 400 は、パワーモジュール 12 及び／又は電力貯蔵装置 402 を DC パワーバス 304 に接続及び切断するように構成することができる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、DC ディスコネクト 400 に電氣的に接続されるパワーモジュール 12 及び電力貯蔵装置 402 の一方又は両方を選択的に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、同様に追加で、DC/DC コンバータ 302 を DC パワーバス 304 に接続及び切断することができる。

【0075】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、Q 個の IT 負荷 310 を含むことができる。IT 負荷 310 は DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間の電氣的接続をデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、P 個の DC/AC インバータ 308 を含み得る。各 IT 負荷 310 は、複数の DC/AC インバータ 308 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対 DC/AC インバータ 308 が 1 対多数の比であってよい。DC/AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT 負荷 310 に電氣的に接続される第 1 の DC/AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得、IT 負荷 310 に電氣的に接続される第 2 の DC/AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。関連する IT 負荷 310 に電氣的に接続される複数の DC/AC インバータ 308 を含む燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール 12 から IT 負荷 31

10

20

30

40

50

0への電力供給の確実性を高めることができる。各DC／ACインバータ308は、IT負荷310とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得、IT負荷310をDCパワーバス304に電氣的に接続する。

【0076】

燃料電池ITグリッドシステム300はP個の変圧器406を含むことができる。各IT負荷310は複数の変圧器406に電氣的に接続することができる。燃料電池ITグリッドシステム300では、IT負荷310対変圧器406が1対多数の比であってよい。変圧器406は、DCパワーバス304に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT負荷310に電氣的に接続される第1の変圧器406は、DCパワーバス304に電氣的に接続され得、IT負荷310に電氣的に接続される第2の変圧器406は、DCパワーバス304に電氣的に接続され得る。各変圧器406は、DC／ACインバータ308を介してDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。関連するIT負荷310に電氣的に接続された複数の変圧器406を含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール12からIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。各変圧器406は、IT負荷310とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得、IT負荷310をDCパワーバス304に電氣的に接続する。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300では、変圧器406対IT負荷310が1対多数の比であってよい。様々な実施形態において、変圧器406は任意選択であってよい。変圧器406は、パワーモジュール12とIT負荷310の固有電圧が不一致の場合に燃料電池ITグリッドシステム300上に含めることができ、パワーモジュール12とIT負荷310の固有電圧が一致する場合には除くことができる。

【0077】

燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304をIT負荷310に電氣的に接続する及び切断するように構成された電氣的保護構成要素をP個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素はDCディスコネクト400を含んでよい。各DCディスコネクト400は、IT負荷310をDCパワーバス304に接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、同様に追加で、DC／ACインバータ308、回路遮断器404、及び／又は変圧器406を、DCパワーバス304に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、DCパワーバス304に、IT負荷310の複数の入力の中の1つを接続及び切断することができる。

【0078】

燃料電池ITグリッドシステム300は、燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素を燃料電池ITグリッドシステム300から電氣的に接続及び切断するように構成された電氣的保護構成要素をP個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は回路遮断器404を含むことができる。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素は、変圧器406及び／又はIT負荷310を含み得る。各回路遮断器404は、IT負荷310を燃料電池ITグリッドシステム300に接続及びこれから切断するように構成され得る。様々な実施形態において、回路遮断器404は、同様に追加で、変圧器406を燃料電池ITグリッドシステム300に接続及びこれから切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器404は、IT負荷310の複数の入力の中の1つを燃料電池ITグリッドシステム300に接続及びこれから切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器404は、IT負荷310とDC／ACインバータ308との間に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、回路遮断器404は、IT負荷310に電氣的に接続される変圧器404とDC／ACインバータ308との間に電氣的に接続され得る。

【0079】

燃料電池ITグリッドシステム300は、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷306に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、ロードバラン

シング負荷 306 は、機械的負荷 600 を含むことができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 を介して複数のロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷 306 は、IT 負荷 310 の電力需要を超える、パワーモジュール 12 の組み合わせによって生成された、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、電氣的保護構成要素によって燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続され、これから切断され得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DC ディスコネクト 400 を含み得る。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、AC 機械的負荷 600 などの、AC 電力を必要とする任意の負荷であってよい。AC 機械的負荷 600 は、DC / AC インバータ 308 を介して DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。

10

【0080】

図 7 及び 8 は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306, 600 に電氣的に接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 の例を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含み得る。パワーモジュール 12 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC / DC コンバータ 302 を含み得る。各パワーモジュール 12 は、DC / DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対 DC / DC コンバータ 302 が 1 対 1 の比であってよい。DC / DC コンバータ 302 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。各 DC / DC コンバータ 302 は、パワーモジュール 12 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

20

【0081】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、S 個の電力貯蔵装置 402 を含み得る。各電力貯蔵装置 402 は、パワーモジュール 12 に電氣的に接続され得る。電力貯蔵装置 402 は、DC / DC コンバータ 302 を介してパワーモジュール 12 に電氣的に接続され得る。電力貯蔵装置 402 は、並列に DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 をパワーモジュール 12 及び / 又は電力貯蔵装置 402 に電氣的に接続及びこれから切断するように構成された任意の数 T の電氣的保護構成要素を含み得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は DC ディスコネクト 400 を含み得る。各 DC ディスコネクト 400 は、パワーモジュール 12 及び / 又は電力貯蔵装置 402 を DC パワーバス 304 に接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、DC ディスコネクト 400 に電氣的に接続されたパワーモジュール 12 及び電力貯蔵装置 402 の一方又は両方を選択的に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、同様に追加で、DC / DC コンバータ 302 を DC パワーバス 304 に接続及び切断することができる。

30

【0082】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、Q 個の IT 負荷 310 を含むことができる。IT 負荷 310 は並列に DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができる。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間の電氣的接続をデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、P 個の DC / AC インバータ 308 を含み得る。各 IT 負荷 310 は、複数の DC / AC インバータ 308 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対 DC / AC インバータ 308 が 1 対多数の比であってよい。DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT 負荷 310 に電氣的に接続される第 1 の DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に電氣的に接続され、IT 負荷 310 に電氣的に接続される第 2 の DC / AC インバータ 308 は、DC パワーバス 3

40

50

04に電氣的に接続され得る。関連するIT負荷310に電氣的に接続された複数のDC／ACインバータ308を含む燃料電池ITグリッドシステム300の構成は、余剰の電氣的構成要素及び接続を設けることによって、パワーモジュール12からIT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。各DC／ACインバータ308は、IT負荷310とDCパワーバス304との間に電氣的に接続され得、IT負荷310をDCパワーバス304に電氣的に接続する。

【0083】

燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304をIT負荷310に電氣的に接続及び切断するように構成された電氣的保護構成要素をP個含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DCディスコネクト400を含むことができる。各DCディスコネクト400は、IT負荷310をDCパワーバス304に接続及び切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、同様に追加で、DC／ACインバータ308をDCパワーバス304に接続及び切断し得る。様々な実施形態において、DCディスコネクト400は、IT負荷310の複数の入力の中の1つをDCパワーバス304に接続及び切断することができる。

【0084】

様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300は、他の構成で、追加のパワーモジュール12、DC／DCコンバータ302、及び電氣的保護構成要素を任意の数及び組合せでさらに含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DCディスコネクト400を含み得る。追加のパワーモジュール12は、N個のパワーモジュール12と並列にDCパワーバスに電氣的に接続され得る。追加のパワーモジュール12は、N個のパワーモジュール12と同様に構成され得る。しかしながら、追加のパワーモジュール12は、N個のパワーモジュール12に対して余剰であり得、N個のパワーモジュール12が提供する電力がIT負荷310の電力需要を満たすには不十分な場合に、IT負荷310に電力を提供するように構成され得る。様々な態様において、追加のパワーモジュール12は、通常、IT負荷310の電力需要を超えた電力をDCパワーバス304に提供することができる。追加のパワーモジュール12は、通常、その温度閾値を超える温度を維持するように作動させることができる。追加のDC／DCコンバータは、M個のDC／DCコンバータ302と同様に構成され得、追加のパワーモジュール12をDCパワーバスに電氣的に接続し得る。追加のDCディスコネクト400は、追加のパワーモジュール12及び／又は追加のDC／DCコンバータ302をDCパワーバスから電氣的に接続及び切断するように、M個のDCディスコネクト400と同様に構成され得る。様々な実施形態において、追加のDCディスコネクト400は、任意の数及び組み合わせのロードバランシング負荷306、600からDCパワーバス304を接続及び切断するように構成され得る。

【0085】

燃料電池ITグリッドシステム300は、様々な実施形態の方法を実施するために、システムの様々な構成要素から信号を受信し、それらへの接続を制御するように構成された制御装置301を含み得る。

【0086】

図7に示される実施例は、燃料電池ITグリッドシステム300が、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷306に電氣的に接続され得ることを示す。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷306は、機械的負荷600を含み得る。燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304を介して複数のロードバランシング負荷306に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷306は、IT負荷310の電力需要を超える、パワーモジュール12の組み合わせによって生成された、燃料電池ITグリッドシステム300内の過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、DC／DCコンバータ302は、DCロードバランシング負荷306に電氣的に接続され、燃料電池ITグリッドシステム300から受け取ったDC電力を、ロードバランシング負荷306によって消費可能なDC電流に変換するように構成され

得る。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、電氣的保護構成要素によって燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続され及びこれから切断され得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は DC ディスコネクト 400 を含み得る。DC ディスコネクト 400 は、ロードバランシング負荷 306 及び／又は DC / DC コンバータ 302 を燃料電池 IT グリッドシステム 300 の DC パワーバス 304 に接続及びこれから切断するように構成され得る。

【0087】

様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、AC 機械的負荷 600 等の、AC 電力を必要とする任意の負荷であってもよい。AC 機械的負荷 600 は、DC / AC インバータ 308 を介して DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。DC / AC インバータ 308 は、燃料電池 IT グリッドシステム 300 から受け取った DC 電力を、機械的負荷 600 によって消費可能な AC 電力に逆変換するように構成され得る。様々な実施形態において、機械的負荷 600 は、R 個の燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続され得る。接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 のそれぞれは、DC / AC インバータ 308 を介して機械的負荷 600 に電氣的に接続され得る。

【0088】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な実施形態の方法を実施するために、システムの様々な構成要素から信号を受信し、それらへの接続を制御するように構成された制御装置 301 を含み得る。

【0089】

図 8 に示される実施例は、燃料電池 IT グリッドシステム 300 が、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷に電氣的に接続され得ることを示す。様々な実施形態では、ロードバランシング負荷は、機械的負荷 600 を含むことができる。様々な実施形態では、ロードバランシング負荷は電力系統 802 を含むことができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は DC パワーバス 304 を介して複数のロードバランシング負荷に電氣的に接続することができる。ロードバランシング負荷は、IT 負荷 310 の電力需要を超える、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内のパワーモジュール 12 の組み合わせによって生成された過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷は AC 電力を必要とする任意の負荷であってもよい。ロードバランシング負荷は、DC / AC インバータ 308 又は双方向 DC / AC インバータ 800 を介して、DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができる。DC / AC インバータ 308 又は双方向 DC / AC インバータ 800 は、燃料電池 IT グリッドシステム 300 から受け取った DC 電力を、ロードバランシング負荷によって消費可能な AC 電力に逆変換するように構成することができる。様々な実施形態において、機械的負荷 600 は、R 個の燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続され得る。接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 のそれぞれは、DC / AC インバータ 308 を介して機械的負荷 600 に電氣的に接続され得る。

【0090】

電力系統 802 は、また、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の電力が燃料電池 IT グリッドシステム 300 の IT 負荷 310 の電力需要を満たすのに不十分であることに応じて、燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電力を供給することができる。双方向 DC / AC インバータは、電力系統 802 によって提供された AC 電力を DC 電力に逆変換させ、この DC 電力を燃料電池 IT グリッドシステム 300 の DC パワーバス 304 に提供するように構成することができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 において、DC パワーバス 304 に提供された DC 電力は、燃料電池 IT グリッドシステム 300 で生成される DC 電力を補って、IT 負荷の電力需要を満たすために、DC / AC インバータ 308 を介して IT 負荷 310 に向かわせることができる。

【0091】

図 9 及び 10 は、様々な数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306, 600 に電氣的に接続された燃料電池 IT グリッドシステム 300 の実施例を示す。燃料電池 IT

10

20

30

40

50

グリッドシステム 300 は、N 個のパワーモジュール 12 を含み得る。パワーモジュール 12 は DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、M 個の DC/DC コンバータ 302 を含み得る。各パワーモジュール 12 は、DC/DC コンバータ 302 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、パワーモジュール 12 対 DC/DC コンバータ 302 が 1 対 1 の比であってよい。DC/DC コンバータ 302 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。各 DC/DC コンバータ 302 は、パワーモジュール 12 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続され得る。

【0092】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、S 個の電力貯蔵装置 402 を含み得る。各電力貯蔵装置 402 は、パワーモジュール 12 に電氣的に接続され得る。電力貯蔵装置 402 は、DC/DC コンバータ 302 を介してパワーモジュール 12 に電氣的に接続され得る。電力貯蔵装置 402 は、並列に DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。

【0093】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 をパワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 に電氣的に接続及びこれから切断するように構成された、任意の数 T 個の電氣的保護構成要素を含み得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は DC ディスコネクト 400 を含み得る。各 DC ディスコネクト 400 は、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 を DC パワーバス 304 に接続及びこれから切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、DC ディスコネクト 400 に電氣的に接続されたパワーモジュール 12 及び電力貯蔵装置 402 の一方又は両方を選択的に接続及び切断することができる。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、同様に追加で、DC/DC コンバータ 302 を DC パワーバス 304 に接続及びこれから切断することができる。

【0094】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、Q 個の IT 負荷 310 を含み得る。IT 負荷 310 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。様々な実施形態において、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 の間の電氣的接続はデュアルコードにすることができ、これは、余剰の電氣的接続を設けることによって、DC パワーバス 304 から IT 負荷 310 への電力供給の確実性を高めることができる。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、P 個の DC/AC インバータ 308 を含み得る。各 IT 負荷 310 は、DC/AC インバータ 308 に電氣的に接続され得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 では、IT 負荷 310 対 DC/AC インバータ 308 が 1 対 1 の比であってよい。DC/AC インバータ 308 は、DC パワーバス 304 に並列に電氣的に接続され得る。各 DC/AC インバータ 308 は、IT 負荷 310 と DC パワーバス 304 との間に電氣的に接続することができ、IT 負荷 310 を DC パワーバス 304 に電氣的に接続することができる。

【0095】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 を IT 負荷 310 に電氣的に接続及びこれから切断するように構成された P 個の電氣的保護構成要素を含み得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は DC ディスコネクト 400 を含み得る。各 DC ディスコネクト 400 は、IT 負荷 310 を DC パワーバス 304 に接続及びこれから切断するように構成され得る。様々な実施形態において、DC ディスコネクト 400 は、同様に追加で、DC/AC インバータ 308 及び/又は回路遮断器 404 を、DC パワーバス 304 に接続及びこれから切断し得る。

【0096】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、IT 負荷 310 を燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続及びこれから切断するように構成された任意の数「X」個の電氣的保護構成要素を含み得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は回路遮断器 404 を含み得る。各回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 を燃料電池 IT グリッドシ

10

20

30

40

50

システム 300 に接続及びこれから切断するように構成することができる。様々な実施形態において、回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 の複数の入力の中の 1 つを燃料電池 IT グリッドシステム 300 に接続及びこれから切断することができる。様々な実施形態において、回路遮断器 404 は、IT 負荷 310 と DC / AC インバータ 308 との間に電氣的に接続され得る。

【0097】

様々な実施形態において、燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、他の構成において、追加のパワーモジュール 12、DC / DC コンバータ 302、及び電氣的保護構成要素を任意の数及び組み合わせでさらに含むことができる。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は DC ディスコネクト 400 を含み得る。追加のパワーモジュール 12 は、N 個のパワーモジュール 12 と並列に DC パワーバスに電氣的に接続され得る。追加のパワーモジュール 12 は、N 個のパワーモジュール 12 と同様に構成され得る。しかしながら、追加のパワーモジュール 12 は、N 個のパワーモジュール 12 対して余剰であり、N 個のパワーモジュール 12 が IT 負荷 310 の電力需要を満たすには不十分な電力を提供することに応じて、IT 負荷 310 に電力を提供するように構成することができる。様々な態様において、追加のパワーモジュール 12 は、通常、IT 負荷 310 の電力需要を超えて、電力を DC パワーバス 304 に提供することができる。追加のパワーモジュール 12 は、通常、その温度閾値を超える温度を維持するように作動させることができる。追加の DC / DC コンバータは、M 個の DC / DC コンバータ 302 と同様に構成され得、追加のパワーモジュール 12 を DC パワーバスに電氣的に接続する。追加の DC ディスコネクト 400 は、M 個の DC ディスコネクト 400 と同様に構成され得、追加のパワーモジュール 12 及び / 又は追加の DC / DC コンバータ 302 を DC パワーバスに電氣的に接続及びこれから切断できる。様々な実施形態において、追加の DC ディスコネクト 400 は、任意の数及び組み合わせのロードバランシング負荷 306、600 に DC パワーバス 304 を接続及びこれから切断するように構成され得る。

【0098】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な実施形態の方法を実施するために、システムの様々な構成要素から信号を受信し、それらへの接続を制御するように構成された制御装置 301 を含み得る。

【0099】

図 9 に示される実施例は、燃料電池 IT グリッドシステム 300 が、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続することができることを示す。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、DC 機械的負荷 600 を含み得る。燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、DC パワーバス 304 を介して複数のロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続され得る。ロードバランシング負荷 306 は、IT 負荷 310 の電力需要を超える、パワーモジュール 12 の組み合わせによって生成された、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の過剰な電力を受け入れることができる。様々な実施形態において、DC / DC コンバータ 302 は、DC ロードバランシング負荷 306 に電氣的に接続され、燃料電池 IT グリッドシステム 300 から受け取った DC 電力をロードバランシング負荷 306 によって消費可能な DC 電力へと変換するように構成され得る。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、電氣的保護構成要素によって燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続及びこれから切断され得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、DC ディスコネクト 400 を含み得る。DC ディスコネクト 400 は、ロードバランシング負荷 306 及び / 又は DC / DC コンバータ 302 を燃料電池 IT グリッドシステム 300 の DC パワーバス 304 に接続及びこれから切断するように構成され得る。

【0100】

様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 は、AC 機械的負荷 600 などの、AC 電力を必要とする任意の負荷であってよい。AC 機械的負荷 600 は、DC / AC インバータ 308 を介して DC パワーバス 304 に電氣的に接続され得る。DC / A

Cインバータ308は、燃料電池ITグリッドシステム300から受け取ったDC電力を、機械的負荷600によって消費可能なAC電力に逆変換するように構成され得る。様々な実施形態において、機械的負荷600は、R個の燃料電池ITグリッドシステム300に電氣的に接続され得る。接続された燃料電池ITグリッドシステム300のそれぞれは、DC/ACインバータ308を介して機械的負荷600に電氣的に接続され得る。

【0101】

燃料電池ITグリッドシステム300は、様々な実施形態の方法を実施するために、システムの様々な構成要素から信号を受信し、それらへの接続を制御するように構成された制御装置301を含み得る。

【0102】

図10に示される実施例は、燃料電池ITグリッドシステム300が、任意の数又は組み合わせのロードバランシング負荷に電氣的に接続され得ることを示す。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷は機械的負荷600を含むことができる。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷は電力系統802を含むことができる。燃料電池ITグリッドシステム300は、DCパワーバス304を介して複数のロードバランシング負荷に電氣的に接続できる。ロードバランシング負荷は、IT負荷310の電力需要を超える、燃料電池ITグリッドシステム300内のパワーモジュール12の組み合わせによって生成された過剰な電力を受け取ることができる。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷は、AC電力を必要とする任意の負荷であってよい。ロードバランシング負荷は、DC/ACインバータ308又は双方向DC/ACインバータ800を介してDCパワーバス304に電氣的に接続できる。DC/ACインバータ308又は双方向DC/ACインバータ800は、燃料電池ITグリッドシステム300から受け取ったDC電力を、ACロードバランシング負荷によって消費可能なAC電力に逆変換するように構成され得る。様々な実施形態において、機械的負荷600は、R個の燃料電池ITグリッドシステム300に電氣的に接続できる。接続された燃料電池ITグリッドシステム300のそれぞれは、DC/ACインバータ308を介して機械的負荷600に電氣的に接続され得る。

【0103】

電力系統802は、また、燃料電池ITグリッドシステム300内の電力が燃料電池ITグリッドシステム300のIT負荷310の電力需要を満たすには不十分であることに応じて、燃料電池ITグリッドシステム300に電力を提供することができる。双方向DC/ACインバータは、電力系統802によって提供されるAC電力をDC電力に逆変換し、DC電力を燃料電池ITグリッドシステム300のDCパワーバス304に提供するように構成され得る。燃料電池ITグリッドシステム300において、DCパワーバス304に提供されたDC電力は、燃料電池ITグリッドシステム300で生成されるDC電力を補って、IT負荷の電力需要を満たすために、DC/ACインバータ308を介してIT負荷310に向かわせることができる。

【0104】

様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム300及び／又は燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素は、その実施例を図3～図10に示すが、任意の数及び組み合わせの制御装置301（例えば、コンピュータコードを実行するように構成されたプログラム可能な処理デバイス）を含むことができ、この制御装置301は任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素の機能を制御するように構成される。同様に、任意の数及び組み合わせの制御装置301は、機械的負荷600及び／又は電力系統802を含む、ロードバランシング負荷306と、ロードバランシング負荷306を燃料電池ITグリッドシステム300に電氣的に接続する構成要素との機能を制御するように実現することができる。制御装置301は、燃料電池ITグリッドシステム300、燃料電池ITグリッドシステム300の構成要素、ロードバランシング負荷306、及び／又はロードバランシング負荷306を燃料電池ITグリッドシステム300に電氣的に接続する構成要素の、作動及び機能を監視するように構成することができ

10

20

30

40

50

る。制御装置 301 同士は、通信可能に接続され得るとともに、燃料電池 IT グリッドシステム 300、燃料電池 IT グリッドシステム 300 の構成要素、ロードバランシング負荷 306、及び／又はロードバランシング負荷 306 を燃料電池 IT グリッドシステム 300 に電氣的に接続する構成要素の、作動及び機能に関係する制御装置同士 301 の間で信号を送信するように構成され得る。制御装置 301 は、他の制御装置 301 から受信した信号を読み取るように構成することができる。様々な実施形態において、機能の制御、作動及び機能の監視、作動及び機能に関連する信号の送信、及び受信信号の読み取りは、パワーモジュール 12 の温度を温度閾値を超えるように維持すること、IT 負荷 310 の電力需要を判定しそれに応答すること、及び燃料電池 IT グリッドシステム 300 からの過剰な電力をロードバランシング負荷 360、600、802 に向けることに関係し得る。

10

【0105】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 は、様々な実施形態の方法を実施するために、システムの様々な構成要素から信号を受信し、それらへの接続を制御するように構成された制御装置 301 を含み得る。

【0106】

図 11 は、様々な実施形態による、燃料電池 IT グリッドシステム 300 を管理するための方法 1100 を示す。方法 1100 は、任意の数又は組み合わせの、パワーモジュール 12、DC/DC コンバータ 302、DC パワーバス 304、機械的負荷 600 及び／又は電力系統 802 を含むロードバランシング負荷 306、DC/AC インバータ 308、IT 負荷 310、DC ディスコネクト 400 及び／又は回路遮断器 404 を含む電氣的保護構成要素、電力貯蔵装置 402、変圧器 406、及び／又は双方向 DC/AC インバータ 800 から、信号を受信する及び／又はそれに制御信号を送信するように構成された 1 つ又は複数の制御装置 301 を使用して実施することができる。様々な実施形態で可能になる代替の構成を包含するために、方法 1100 を実施するハードウェアを、本明細書では「制御装置」と呼ぶ。

20

【0107】

ブロック 1101 では、制御装置は、パワーモジュール 12 内のセンサ及び／又はパワーモジュール 12 の制御装置から、パワーモジュール 12 の温度及び／又は電力出力を示す信号を受信することができる。

【0108】

判定ブロック 1102 において、制御装置は、パワーモジュール 12 の温度がパワーモジュール 12 に対する温度閾値を超えるかどうかを判定することができる。上記のように、温度閾値は、この温度閾値を下回る温度からこの温度閾値を超える温度へとパワーモジュール 12 を加熱することが、パワーモジュール 12 の構成要素を疲労させる又は損傷させる恐れのある温度であってよい。

30

【0109】

いくつかの実施形態では、制御装置は、判定ブロック 1102 において、ブロック 1101 で得られた温度表示信号に基づくパワーモジュール 12 の温度を、パワーモジュール 12 の温度閾値と比較することができる。

【0110】

パワーモジュール 12 の温度は、パワーモジュール 12 の電力出力と相関させることができる。したがって、いくつかの実施形態では、ブロック 1101 で得られたパワーモジュール 12 の電気出力を用いて、パワーモジュールの温度を決定及び制御することができる。判定ブロック 1102 において、パワーモジュール 12 の温度がパワーモジュール 12 の温度を超えるかどうかを判定するために、制御装置は、パワーモジュール 12 の電気出力がパワーモジュール 12 の電力出力閾値を超えるかどうかを判定することができる。制御装置は、ブロック 1101 で受信されたパワーモジュール 12 の電気出力を、パワーモジュール 12 の電力出力閾値と比較することができる。いくつかの実施形態では、制御装置は、パワーモジュール 12 の電力出力を温度単位に変換し、算出したパワーモジュール 12 の温度をパワーモジュール 12 に対する温度閾値と比較することができる。

40

50

【0111】

パワーモジュール12の温度がパワーモジュール12に対する温度閾値を超えると判定（つまり、判定ブロック1102＝「はい」）に応じて、制御装置は、ブロック1106でパワーモジュール12の電力出力を維持することができる。本明細書で述べたように、パワーモジュール12の温度はパワーモジュール12の電力出力と相関し得る。したがって、パワーモジュール12の電力出力の維持は、パワーモジュール12の温度を温度閾値を超えて維持するのに用いることができる。

【0112】

様々な実施形態において、方法1100の実行中の任意の時点で、制御装置は、ブロック1104において電力需要信号を受信し得る。様々な実施形態において、電力需要信号は、燃料電池ITグリッドシステム300のIT負荷310の電力需要の変化であってよい又はそれを示すことができる。様々な実施形態において、制御装置は、連続的に電力需要信号を受信することができ、連続的に受信された電力需要信号に変化があるときを判定することができる。ブロック1104において、電力需要信号を受信することは、連続的に受信される電力需要信号の変化を受信することを含み得る。

【0113】

ブロック1104で電力需要信号を受信することに応じて、又は、ブロック1106でパワーモジュール12の電力出力を維持することについて、制御装置は、判定ブロック1108で、IT負荷310の電力需要が燃料電池ITグリッドシステム300のパワーモジュール12の電力出力を超えるかどうかを判定することができる。制御装置は、DCパワーバス304のセンサから、パワーモジュール12又はパワーモジュール12をIT負荷310に電氣的に接続する燃料電池ITグリッドシステム300の任意の構成要素の出力のセンサから、及び／又は、パワーモジュール12又はパワーモジュール12をIT負荷310に電氣的に接続する燃料電池ITグリッドシステム300の任意の構成要素の制御装置から、電気出力を決定することができる。様々な実施形態では、制御装置は、パワーモジュール12又は燃料電池ITグリッドシステム300の様々な構成要素からの電気出力を組み合わせ、燃料電池ITグリッドシステム300内のパワーモジュール12の電気出力を決定することができる。IT負荷310の電力需要が燃料電池ITグリッドシステム300内のパワーモジュール12の電力出力を超えるかどうかを判定するために、制御装置は、電力需要と電力出力を比較することができる。

【0114】

電力需要が燃料電池ITグリッドシステム300内のパワーモジュール12の電力出力を超えないとの判定（すなわち、判定ブロック1108＝「いいえ」）に応じて、制御装置は、判定ブロック1110において、燃料電池ITグリッドシステム300のパワーモジュール12の電力出力が、IT負荷310の電力需要を超えるかどうかを判定することができる。制御装置は、判定ブロック1108でIT負荷310の電力需要が燃料電池ITグリッドシステム300のパワーモジュール12の電力出力を超えるかどうかを判定したのと同様の方法で、燃料電池ITグリッドシステム300のパワーモジュール12の電力出力がIT負荷310の電力需要を超えるかどうかを判定することができる。

【0115】

燃料電池ITグリッドシステム300のパワーモジュール12の電力出力がIT負荷310の電力需要を超えると判定（すなわち、判定ブロック1110＝「はい」）に応じて、制御装置は、ブロック1112で、燃料電池ITグリッドシステム300内のパワーモジュール12の過剰な電力出力を、任意の数及び組み合わせのロードバランシング負荷306に向かわせることができる。様々な実施形態において、制御装置は、ロードバランシング負荷306への電氣的接続を制御することによって、ロードバランシング負荷306への過剰な電力出力の流れを制御することができる。制御装置は、ロードバランシング負荷306への電氣的接続を、電氣的接続を直接制御することによって、燃料電池ITグリッドシステム300内の電氣的接続の制御装置に制御信号を送信することによって、及び／又は、ロードバランシング負荷306の、DCパワーバス304への電氣的接続を制

10

20

30

40

50

御するように構成されたロードバランシング負荷 306 の制御装置への信号伝達によって、制御することができる。様々な実施形態において、ロードバランシング負荷 306 への電氣的接続は、DC/DC コンバータ 302、DC/AC インバータ 308、DC ディスコネクト 400、双方向 DC/AC インバータ 800、及び/又は、ロードバランシング負荷 306 を DC パワーバス 304 に電氣的に接続及び切断するように構成されたスイッチング機構を含み得る。制御装置は、パワーモジュール 12 の過剰な電力出力の量を求めるように構成されてよい。例えば、制御装置は、パワーモジュール 12 の電力出力と IT 負荷 310 の電力需要との差を求めるように構成することができる。

【0116】

燃料電池 IT グリッドシステム 300 内のパワーモジュール 12 の電力出力が IT 負荷 310 の電力需要を超えないとの判定（すなわち、判定ブロック 1108 = 「いいえ」）に応じて、制御装置はブロック 1106 でパワーモジュール 12 の電力出力を維持することができる。

【0117】

パワーモジュール 12 の温度がパワーモジュール 12 に対する温度閾値を超えないとの判定（すなわち、判定ブロック 1102 = 「いいえ」）に応じて、又は電力需要が燃料電池 IT グリッドシステム 300 内のパワーモジュール 12 の電力出力を超えるとの判定（すなわち、判定ブロック 1108 = 「はい」）に応じて、制御装置は、ブロック 1114 で燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の電力出力を増やすことができる。様々な実施形態において、制御装置は、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 の電力出力を増やすことによって、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の電力出力を増やすことができる。様々な実施形態において、制御装置は、電力系統 802 から電力を供給するように双方向 DC/AC インバータ 800 を制御することによって、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の電力出力を増やすことができる。様々な実施形態において、制御装置は、パワーモジュール 12、電力貯蔵装置 402、及び/又は、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 の DC パワーバス 304 への電氣的接続を直接制御することによって、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 の電力出力を制御することができる。様々な実施形態において、制御装置 301 は、パワーモジュール 12、電力貯蔵装置 402、及び/又は、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 の DC パワーバス 304 への電氣的接続のコントローラに、制御信号を送信することによって、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 の電力出力を制御することができる。様々な実施形態では、制御装置は、電力系統 802 の DC パワーバス 304 への電氣的接続のコントローラに制御信号を送信することによって、燃料電池 IT グリッドシステム 300 内の電力出力を制御することができる。様々な実施形態において、電氣的接続は、DC/DC コンバータ 302、DC/AC インバータ 308、DC ディスコネクト 400、双方向 DC/AC インバータ 800、及び/又は、パワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402、及び/又はロードバランシング負荷 306 を DC パワーバス 304 に電氣的に接続及び切断するように構成されたスイッチング機構を含んでよい。

【0118】

様々な実施形態において、方法 1100 は連続的に実行され得る。様々な実施形態では、方法 1100 は、連続的又は周期的にループとして連続的に実行することができる。様々な実施形態では、様々なブロック 1102 ~ 1114 は、他のブロック 1102 ~ 1114 と並列にいつでも実行され得る。

【0119】

図 12 は、ハイブリッド DC 電力を負荷に提供するように構成された燃料電池 IT グリッドシステム 1200 の一実施形態を示す。燃料電池 IT グリッドシステム 1200 は、パワーモジュール 12、DC/DC コンバータ 302、DC パワーバス 304、DC/AC インバータ 308、DC 電流を用いて作動するように構成された IT 負荷 310、DC ディスコネクト 400、電力貯蔵装置 402、回路遮断器 404、双方向 DC/AC インバータ 800、静的インタラプタ 1202、トラップキーインターロック 1204、AC

／DC整流器1206、及びダイオード1208の任意の数及び組み合わせから、データ信号を受信し、それに制御信号を送信するように構成された1又は複数の制御装置301を含む様々な構成要素を含むことができる。制御装置301は、図14～16に示される方法のオペレーションを含む、様々な実施形態のオペレーションを実行するように構成されたサーバ又はシステム全体の制御装置301等の、任意の形態のプログラム可能なコンピューティングデバイス又はシステムであってよい。図12は、例示の実施例を意味するものであって特許請求の範囲を限定するものではない実施形態を示す。

【0120】

燃料電池ITグリッドシステム1200は、図1を参照して本明細書に記載されるように構成され得る任意の数「N」個のパワーモジュール12を含み得る。ここで、Nは、1から24等、例えば、6から12のような、1以上の整数である。様々な実施形態では、パワーモジュール12の数は、少なくともIT負荷310の電力需要の指定部分を満たすのに十分な電力を生成するために必要なパワーモジュール12の数と少なくとも同じ数であってよい。様々な実施形態において、パワーモジュール12の数は、少なくとも1つのパワーモジュール12からの電気出力が減少又は無い場合に、余剰のパワーモジュール12を用いてIT負荷310の電力需要の一部の供給を続けることができるように、任意の数の余剰のパワーモジュール12を含むことができる。同様に、パワーモジュールは、パワーモジュール12の少なくとも1つの燃料電池スタックからの電気出力が減少又は無い場合に、余剰の燃料電池スタックを用いてIT負荷310の電力需要の一部の供給を続けることができるように、余剰の燃料電池スタック（図示せず）を含むことができる。いくつかの実施形態では、パワーモジュール12は、電力貯蔵装置402の充電レベルが充電閾値に達しないことに応じて、電力貯蔵装置402に電力を提供するように構成され得る。いくつかの実施形態において、パワーモジュール12は、電力貯蔵装置402の充電レベルが充電閾値を超えており、パワーモジュール12がIT負荷310の負荷需要より多い電力を出力していることに応じて、電気ユーティリティに電力を供給するように構成することができる。

【0121】

パワーモジュール12は、少なくとも、DC／DCコンバータ302を介してパワーモジュールに電氣的に接続されるDCバス304を介して、電圧、電流、及び／又は電力に関して構成され得る電力閾値量を、IT負荷310に提供するように構成されてもよい。電力閾値量は、IT負荷310の電力需要の指定部分の一部であってよい。様々な実施形態において、パワーモジュール12は、整流バスを介して、IT負荷310、電力貯蔵装置402、電気ユーティリティ、及び補助的／ノンクリティカルな負荷の任意の組み合わせに電力を提供するように構成され得る。整流バスは、DC／ACインバータ308のDC側でパワーモジュール12に電氣的に接続され得る、DC／ACインバータ308のAC側と、DCバス304との間に電氣的に接続された、本明細書に記載の構成要素の任意の組み合わせを含み得る。このような構成要素は、1つ又は複数の回路遮断器404、静的インタラプタ1202、トラップキーインターロック1204、双方向DC／ACインバータ800のDC側で電力貯蔵装置402に電氣的に接続される双方向DC／ACインバータ800、AC／DC整流器1206、AC／DC整流器1206をDCバス304に電氣的に接続するDCディスコネクト400（例えば、図12に示されるDCディスコネクトB）、及び、DCバス304からのフィードバックから整流バスを電氣的に保護する1つ又は複数のダイオード1208を含むことができる。このような構成要素は、ACバス314を介して互いに電氣的に接続され得る。したがって、整流バスはまた、ACバス314を含む。

【0122】

パワーモジュール12からの電力出力の流れを、IT負荷310、電力貯蔵装置402、電気ユーティリティ、及び補助的／ノンクリティカルな負荷の任意の組み合わせに向かわせるための、燃料電池ITグリッドシステム1200の様々な構成要素の制御は、パワーモジュール12の電力出力の示度、IT負荷310の電力需要、電力貯蔵装置402の

10

20

30

40

50

充電レベル、及び電気ユーティリティの電力出力の任意の組み合わせに基づくことができる。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム1200は、燃料電池ITグリッドシステム1200の様々な構成要素を制御して、パワーモジュール12からの電力出力の流れを向かわせるように構成された制御装置301を含み得る。様々な実施形態において、制御装置301は、燃料電池ITグリッドシステム1200の様々な構成要素の任意の組み合わせに通信可能に接続され、様々な構成要素からの信号を制御及び／又は受信して、パワーモジュール12からの電力出力の流れを向かわせるように構成され得る。同様に、制御装置301は、電力貯蔵装置402及び／又は電気ユーティリティからの電力出力の流れをIT負荷310に向かわせるように構成され得る。

【0123】

パワーモジュール12は、DC／DCコンバータ302に電氣的に接続することができ、電気導管を介してDC／DCコンバータ302にDC電流を供給することができる。DC／DCコンバータ302は、電力源から受け取ったDC電流をより高い又はより低い電圧に変換するように構成することができる。DC／DCコンバータ302は一方方向性であり、入力端で電力を受け取り、出力端で電力を供給するように構成することができる。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール12を含み得る。DC／DCコンバータ302は、入力端でパワーモジュール12に電氣的に接続され、出力端でDCパワーバス304に電氣的に接続され得る。パワーモジュール12からDC／DCコンバータ302によって受け取られたDC電流は、DC／DCコンバータ302によって変換され、DCパワーバス304に供給され得る。様々な実施形態において、DC／DCコンバータ302は、電圧、電流、及び／又は電力に関して構成され得る電力閾値量を、電力に対して指定された電圧及び／アンペア数でIT負荷310に供給するように構成することができる。電力閾値量は予め決められ、パワーモジュール12の電力容量及び／又はIT負荷310の電力需要に基づくことができる。DC／DCコンバータ302によって供給される電力に対して指定される電圧及び／又はアンペア数は、他のDC／DCコンバータ302によって供給される電力に対する電圧及び／又はアンペア数、又はDCパワーバス304に基づくことができる。燃料電池ITグリッドシステム1200は、N個のパワーモジュール12とDCパワーバス304との間に配置される任意の数「M」個のDC／DCコンバータ302を含むことができる。ここで、Mは1以上の整数であり、MはNと同じ数又は異なる数であってよい。

【0124】

DCパワーバス304は、複数の電力源のための共通の電気導管として構成され得る。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール12、電力貯蔵装置402、電気ユーティリティ、及び／又は発電機を任意の数及び組み合わせで含むことができる。DCパワーバス304は、例えばDC／DCコンバータ302、DC／ACインバータ308、DCディスコネクト400、回路遮断器404、双方向DC／ACインバータ800、静的インタラプタ1202、及びAC／DC整流器1206などの、燃料電池ITグリッドシステム1200の他の構成要素を介して、電力源に電氣的に接続され得る。DCパワーバス304は、電力を負荷に送るように構成され得る。様々な実施形態において、負荷は、任意の数「Q」個のIT負荷310を含んでよい。ここで、Qは1以上の整数であり、Qは、N又はMと同じ数又は異なる数であってよい。DCパワーバス304は、正の電力導管(positive electrical power conduit)、中性の電力導管(neutral electrical power conduit)、及び負の電力導管(negative electrical power conduit)を含む、三相電力用の導管を設けることができる。

【0125】

DC／ACインバータ308は、電力源から受け取ったDC電流をAC電流に逆変換するように構成され得る。DC／ACインバータ308は、一方方向性で、入力端で電力を受け取り、出力端で電力を供給するように構成されてよい。様々な実施形態において、電力源はパワーモジュール12を含み得る。DC／ACインバータ308は、入力端でパワーモジュール12に電氣的に接続され、出力端で整流パスに電氣的に接続され得る。電力源

10

20

30

40

50

からDC/ACインバータ308によって受け取られたDC電流は、DC/ACインバータ308によって逆変換され、AC電流として、IT負荷310、電力貯蔵装置402、電気ユーティリティ、及び補助的/ノンクリティカルな負荷の任意の組み合わせに、整流パスを介して供給されてよい。様々な実施形態において、DC/ACインバータ308は、電力閾値量を超える、パワーモジュール12によって生成された電力に対する電圧及び/又はアンペア数を供給するように構成され得る。燃料電池ITグリッドシステム1200は、それぞれがパワーモジュール12と整流パスとの間に配置された、任意の数「P」個のDC/ACインバータ308を含んでよい。ここで、Pは1以上の整数であり、PはN又はMと同じ数又は異なる数であってよい。

【0126】

双方向DC/ACインバータ800は、電力源から受け取ったDC電流をAC電流に逆変換させ、電力源から受け取ったAC電流をDC電流に逆変換させるように構成されてよい。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール12、電力貯蔵装置402、及び/又は電気ユーティリティを含み得る。双方向DC/ACインバータ800は、AC端で、DC/ACインバータ308を介して、パワーモジュール12等の電力源に、及び/又は電気ユーティリティに電氣的に接続されてよい。双方向DC/ACインバータ800は、例えばAC/DC整流器1206を介して、IT負荷310にAC端で電氣的に接続することができる。双方向DC/ACインバータ800は、DC端で、電力貯蔵装置402等の電力源に電氣的に接続することができる。電力源から双方向DC/ACインバータ800によって受け取られたDC電流は、双方向DC/ACインバータ800によって逆変換されてIT負荷310に供給することができる。電力源から双方向DC/ACインバータ800によって受け取られたAC電流は、双方向DC/ACインバータ800によって逆変換され、電力貯蔵装置402に供給することができる。様々な実施形態において、双方向DC/ACインバータ800は、IT負荷310の電力構成及び/又はIT負荷310の電力需要、及び、パワーモジュール12及び/又は電気ユーティリティによって提供される整流パス上の電力に基づいて、電力に対して指定された電圧及び/又はアンペア数を供給するように構成することができる。

【0127】

IT負荷310は、燃料電池ITグリッドシステム1200において電力を消費するように構成され得る。様々な実施形態において、電力は、パワーモジュール12、電力貯蔵装置402、発電機、及び/又は電気ユーティリティの任意の数及び組み合わせによって、燃料電池ITグリッドシステム1200に提供され得る。IT負荷310は、例えばサーバ、ネットワークスイッチ、ルーター、スーパーコンピュータ、及び/又は量子コンピュータなどのコンピューティングデバイス、及び/又は冷却サブシステムを任意の数及び組み合わせで含み得る。燃料電池ITグリッドシステム1200は、任意の数「Q」個のIT負荷310を含むことができ、ここで、Qは1以上の整数であり、QはN又はMと同じ数又は異なる数であってよい。IT負荷310によって必要とされる電力の電圧及び/又はアンペア数は、燃料電池ITグリッドシステム1200上のIT負荷310の電力需要であってよい。複数のIT負荷310は、電力の電圧及び/又はアンペア数が特定の要件内にある組み合わせられることを必要とし、これらの要件は燃料電池ITグリッドシステム1200上のIT負荷310の電力需要を示す。

【0128】

電力貯蔵装置402は、任意の数及び組み合わせの電力貯蔵装置402を含むことができる。例えば、電力貯蔵装置402は、電磁的電力貯蔵、機械的電力貯蔵、電気化学的電力貯蔵、化学的電力貯蔵、及び/又は熱的電力貯蔵を含む任意の形態の電力貯蔵を含む。いくつかの非限定的な例としては、コンデンサ、フライホイール、及び/又はバッテリーが挙げられる。電力貯蔵装置402は、余剰の電力供給を提供することによって、IT負荷310への電力供給の確実性を高めることができる。電気ユーティリティからの電気出力が不十分、減少、又はない場合、電力貯蔵装置402を使用して、IT負荷310の電力需要の供給を増強又は継続することができる。電力貯蔵装置402は、パワーモジュール

10

20

30

40

50

12によって生成される電力を貯蔵するように構成され得る。電力貯蔵装置402は、パワーモジュール12による電力の生成が、燃料電池ITグリッドシステム1200のIT負荷310の電力需要を下回る場合に応じて、貯蔵した電力を供給するように構成することができる。電力貯蔵装置402は、電力源（例えば、電気ユーティリティ及び／又はパワーモジュール12）から整流パスを介して電力を受け取り、貯蔵された電力を整流パスを介してDCパワーバス304へと出力することができる。

【0129】

電氣的保護構成要素は、ヒューズ、回路遮断器、及び／又はスイッチを含み得る。様々な実施形態において、電氣的保護構成要素はDCディスコネクト400を含み得る。DCディスコネクト400は、任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素を、DCパワーバス304に接続及びこれから切断するように構成され得る。DCディスコネクト400は、電圧、電流、及び／又は電力に関して構成され得る閾値電力許容値を備えて構成することができる。DCディスコネクト400は、通常、任意の数及び組み合わせの、燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素を、DCパワーバス304に接続するように構成され得る。閾値電力許容値を超える電力がDCディスコネクト400に供給されると、任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素の、DCディスコネクト400によるDCパワーバス304からの切断を引き起こすことができる。様々な実施形態において、任意の数及び組み合わせの「T」個のDCディスコネクト400は、任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素を、DCパワーバス304に選択的に接続及びこれから切断することができる。ここで、Tは1以上であり、例えばTはM+2に等しい。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素はパワーモジュール12を含み得る。様々な実施形態において、燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素は、パワーモジュール12及び整流パスの構成要素を含み得る。

【0130】

様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は回路遮断器404を含み得る。回路遮断器404は、任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素を互いに、電気ユーティリティ、発電機、及び／又は、補助的／ノンクリティカルな負荷に接続及びこれから切断するように構成され得る。回路遮断器404は、電圧、電流、及び／又は電力に関して構成され得る閾値電力許容値を備えて構成され得る。回路遮断器404（例えば、図12に示される、回路遮断器1～P、回路遮断器A、回路遮断器C、回路遮断器D、及び／又は回路遮断器F）は、通常、任意の数及び組み合わせの、燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素を、互いに、電気ユーティリティ、及び／又は、補助的／ノンクリティカルな負荷に接続するように構成され得る。その閾値電力許容値を超える又は達しない電力が回路遮断器404に供給されると、任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素の、互いからの、電気ユーティリティ、及び／又は補助的／ノンクリティカルな負荷からの、回路遮断器404による切断を引き起こすことができる。例えば、電気ユーティリティが燃料電池ITグリッドシステム1200に電力を提供することができないと、任意の数の回路遮断器404（例えば、回路遮断器1～P、回路遮断器A、回路遮断器B、及び／又は回路遮断器C）を起動させて、燃料電池ITグリッドシステム1200を電気ユーティリティから切断し、パワーモジュール12を整流パスから切断することができる。いくつかの実施形態において、回路遮断器404（例えば、回路遮断器B及び／又は回路遮断器E）は、通常、任意の数及び組み合わせの燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素を電気ユーティリティ及び／又は発電機から切断するように構成することができる。例えば、回路遮断器404（例えば、回路遮断器B）は、燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素から電気ユーティリティを電氣的に接続及び切断するための保守バイパスとして設けることができ、回路遮断器404は、手動で切り替えることができる。さらなる実施例では、回路遮断器404（例えば、回路遮断器E）は、燃料電池ITグリッドシステム1200の構成要素から発電機を電氣的に接続及び切断するために設けられ得る。回路遮断器404は、

10

20

30

40

50

電気ユーティリティ及び電力貯蔵装置 402 が IT 負荷 310 に電力を提供できないこと及びパワーモジュール 12 の出力を超える IT 負荷 310 の電力需要に応じて、条件付きで発電機に接続するように切り替えることができる。

【0131】

様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は静的インタラプタ 1202 を含んでよい。静的インタラプタ 1202 は、静的インタラプタ 1202 の入力の中の 1 つで電力の静的インタラプタ閾値電圧及び/又はアンペア数に応じて、特定の方向における電力の流れを可能にするように構成することができる。静的インタラプタ 1202 は、反対の入力において、電力の静的インタラプタ閾値電圧及び/又はアンペア数を受けるまで（この時点で、静的インタラプタ 1202 が電力の逆向きの流れを認める）、一方向の電力の流れを許可し続けることができる。静的インタラプタ 1202 は、電力が静的インタラプタ 1202 に提供されなくなるまで（この時点で、静的インタラプタ 1202 は、電力の静的インタラプタ閾値電圧及び/又はアンペア数が静的インタラプタの入力に与えられるまで、電力の送電を妨げることができる）、一方向の電力の流れを可能にし続けることができる。様々な実施形態において、静的インタラプタ 1202 は、燃料電池 IT グリッドシステム 1200、及び IT 負荷 310 への電気ユーティリティからの電力の流れを制御することができる、及び、静的インタラプタ 1202 は、燃料電池 IT グリッドシステム 1200、及びパワーモジュール 12 から電気ユーティリティへの電力の流れを制御することができる。図 13 は、静的インタラプタ 1202 の入力/出力端の間に並列に接続された逆流サイリスタ 1300 を含む静的インタラプタ 1202 の一例を示す。本明細書で説明するように、回路遮断器 404（例えば、回路遮断器 B）は、保守バイパスとして使用することができる。いくつかの実施形態において、静的インタラプタ 1202 及び保守バイパス回路遮断器 404 は、電力が静的インタラプタ 1202 を迂回するように手動で制御することができるように、並列に電氣的に接続することができる。

【0132】

様々な実施形態において、電氣的保護構成要素は、ダイオード 1208 を含み得る。ダイオード 1208 は、電力が指定された方向に流れることができるように構成され得る。ダイオード 1208 は、DC パワーバス 304 とパワーモジュール 12 及び/又は整流パスとの間に電氣的に接続されて、パワーモジュール 12 及び/又は整流パスへのフィードバック電流を防止することができる。

【0133】

電気ユーティリティ及び発電機が燃料電池 IT グリッドシステム 1200 に電力を提供する能力を制御するために、カークインターロック（Kirk interlock）等のトラップキーインターロック 1204 を実現することができる。トラップキーインターロック 1204 は、電気ユーティリティ及び燃料電池 IT グリッドシステム 1200 に電氣的に接続するように構成される回路遮断器 404（例えば回路遮断器 C）と、発電機及び燃料電池 IT グリッドシステム 1200 に電氣的に接続するように構成される回路遮断器 404（例えば、回路遮断器 E）が、同時にクローズされないように強制することができる。トラップキーインターロック 1204 は、トラップキーインターロック 1204 に接続された各回路遮断器 400 の状態の変更を許可するためにキーを使用すること、一度に 1 つの回路遮断器 404 の状態の変更を許可するためにキーを使用し得ること、を必要とし得る。

【0134】

AC/DC 整流器 1206 は、電力源から受信した AC 電流を DC 電流に整流するように構成することができる。AC/DC 整流器 1206 は、一方向性で、入力端で電力を受けて出力端で電力を供給するように構成することができる。様々な実施形態において、電力源は、パワーモジュール 12、電力貯蔵装置 402、電気ユーティリティ、及び/又は発電機を含むことができる。AC/DC 整流器 1206 は、入力端にて電気ユーティリティ及び/又は発電機に整流パスを介して電氣的に接続され、出力端にて IT 負荷 310 に DC パワーバス 304 を介して電氣的に接続され得る。AC/DC 整流器 1206 は、入力端にてパワーモジュール 12 及び/又は電力貯蔵装置 402 に DC/AC インバータ 308

、800及び整流パスを介して電氣的に接続され、出力端にてIT負荷310にDCパワーバス304を介して電氣的に接続され得る。電力源からAC/DC整流器1206によって受け取られたAC電流は、AC/DC整流器1206によって整流され、DC電流としてDCパワーバス304を介してIT負荷310に供給され得る。様々な実施形態において、AC/DC整流器1206は、電力閾値量を超える、パワーモジュール12によって生成された電力に対する電圧及び/又はアンペア数を供給するように構成されてよい。例えば、AC/DC整流器1206の電圧設定点を、DC/DCコンバータ302の電圧設定点未満に設定して、追加の電力がAC/DC整流器1206を介してIT負荷310に提供される前に、電力閾値量がDCパワーバス304を介してパワーモジュール12からIT負荷310に提供されるのを促進することもできる。

10

【0135】

図14は、様々な実施形態による、負荷へのハイブリッドDC電力を管理するための方法1400を示す。方法1400は、パワーモジュール12、DC/DCコンバータ302、DCパワーバス304、DC/ACインバータ308、IT負荷310、DCディスクコネクタ400、電力貯蔵装置402、回路遮断器404、双方向DC/ACインバータ800、静的インタラプタ1202、トラップキーインターロック1204、AC/DC整流器1206、ダイオード1208、及び整流パスの任意の数又は組合せから信号を受信し及び/又はこれに制御信号を送るように構成された1又は複数の制御装置301を用いて実施され得る。様々な実施形態で可能な代替の構成を包含するために、方法1400を実施するハードウェアを本明細書では「制御装置」と呼ぶ。

20

【0136】

判定ブロック1402において、制御装置は、電力が電気ユーティリティから入手可能であるかどうかを判定する。いくつかの実施形態では、電気ユーティリティが障害を起こし、燃料電池ITグリッドシステム1200に電力を供給することができない可能性がある。いくつかの実施形態では、制御装置は、燃料電池ITグリッドシステム1200に提供される、アンペア又はボルトなどの電力レベルを読み取るように構成することができ、電力が電気ユーティリティから入手可能かどうかを判定する。いくつかの実施形態では、制御装置は、電力が静的インタラプタ1202を介して電気ユーティリティから燃料電池ITグリッドシステム1200に供給されているかどうかを示すことのできる静的インタラプタ1202の状態の情報を与えられ、電力が電気ユーティリティから入手できるかどうかを判定することができる。

30

【0137】

電力が電気ユーティリティから入手可能であるとの判定（すなわち、判定ブロック1402＝「はい」）に応じて、制御装置は、ブロック1404において燃料電池ITグリッドシステム1200を通常モードで運転することができる。通常モードでの燃料電池ITグリッドシステム1200の運転は、図15Aの方法1500及び/又は図15Bの方法1550を参照して本明細書でさらに説明する。

【0138】

電力が電気ユーティリティから入手可能でないとの判定（すなわち、判定ブロック1402＝「いいえ」）に応じて、制御装置は、ブロック1406において燃料電池ITグリッドシステム1200をフェイルモードで運転することができる。フェイルモードでの燃料電池ITグリッドシステム1200の運転は、図16の方法1600を参照して本明細書でさらに説明する。

40

【0139】

いくつかの実施形態では、制御装置は、判定ブロック1402において電気ユーティリティから電力が入手可能であるかどうかを継続的又は定期的に判定することができる。いくつかの実施形態では、制御装置は、ブロック1404で通常モードでの燃料電池ITグリッドシステム1200の運転又はブロック1406でフェイルモードでの燃料電池ITグリッドシステム1200の運転の、完了と並行して又は完了した後に、判定ブロック1402において、電気ユーティリティから電力が入手可能であるかどうかを判定すること

50

ができる。

【0140】

図15Aは、様々な実施形態による、ハイブリッドDCパワーの負荷への通常モードでの管理に対する方法1500を示す。方法1500は、パワーモジュール12、DC/DCコンバータ302、DCパワーバス304、DC/ACインバータ308、IT負荷310、DCディスコネクト400、電力貯蔵装置402、回路遮断器404、双方向DC/ACインバータ800、静的インタラプタ1202、トラップキーインターロック1204、AC/DC整流器1206、ダイオード1208、及び整流パスの任意の数又は組合せから信号を受信し、及び／又はこれに制御信号を送るように構成された1又は複数の制御装置301を用いて実施され得る。様々な実施形態で可能な代替の構成を包含するために、方法1500を実施するハードウェアを本明細書では「制御装置」と呼ぶ。いくつかの実施形態において、方法1500は、図14を参照して上で述べた方法1400のブロック1404の一部として実施することができる。

10

【0141】

ブロック1502において、制御装置は、DCパワーバス304を介して、1つ又は複数のパワーモジュール12の出力を、電力閾値量に至るまで、IT負荷310に提供することができる。システム1200には1つ又は複数のパワーモジュール12が存在する可能性があるため、「1つ又は複数のパワーモジュール12」の繰り返しを避けるために、「パワーモジュール12」という用語を明確のため以下で使用するものとする。しかしながら、以下の「パワーモジュール」は、システム1200内に配置された1つ又は複数のパワーモジュール12を意味すると理解されたい。本明細書で論じられるように、電力は、パワーモジュール12をDCパワーバス304に電氣的に接続するDC/DCコンバータ302を介して、及び、DC/DCコンバータ302をIT負荷310に電氣的に接続するDCパワーバス304を介して、パワーモジュール12からIT負荷310に供給され得る。パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に提供することのできる電力量は予め決められ、電圧、電流、及び／又は電力に関して構成され得る電力閾値量に設定され得る。パワーモジュール12は、この電力閾値量より多く生成するように構成することができるが、パワーモジュール12及び／又はDC/DCコンバータ302を、パワーモジュール12からDCパワーバス304を介してIT負荷310に提供される電力の量を上記電力閾値量に制限するように構成してもよい。

20

30

【0142】

ブロック1504において、制御装置は、電力閾値量を超えるパワーモジュール12の電力出力を整流パスに提供することができる。本明細書で論じられるように、パワーモジュール12は、DC/ACインバータ308を介して整流パスに電氣的に接続され得る。パワーモジュール12及び／又はDC/DCコンバータ302は、DCパワーバス304に出力することのできる電力出力の量、すなわち電力閾値量に制限され得るので、パワーモジュール12によって生成される任意の追加の電力は、DC電力からAC電力に変換され、整流パスに提供することができる。

【0143】

判定ブロック1506において、制御装置は、IT負荷310からの、本明細書では電力需要とも称される、負荷需要が、パワーモジュール12の出力未滿かどうかを判定することができる。パワーモジュール12の出力は、DCパワーバス304に出力される電力閾値量と、整流パスに出力されるパワーモジュール12によって生成される追加の電力とを組み合わせた総出力であってよい。制御装置は、例えばパワーモジュール12及び／又はDC/DCコンバータ302から、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力することができる電力閾値量についての事前の情報を有する又は取得することができる。制御装置は、DCパワーバス304及び／又は整流パスへのパワーモジュール12の電力出力の信号を感知及び／又は受信することができる。制御装置は、IT負荷310の電力需要の信号を感知及び／又は受信することができる。制御装置は、IT負荷310からの負荷需要をパワーモジュール12の出力と比較して、負荷需要

40

50

がパワーモジュール１２の出力未満かどうかを判定することができる。

【０１４４】

ＩＴ負荷３１０からの負荷需要がパワーモジュール１２の出力未満であるとの判定（すなわち、判定ブロック１５０６＝「はい」）に応じて、制御装置は、判定ブロック１５０８において、電力貯蔵装置４０２の充電レベル（すなわち、充電状態）が充電閾値量を超えるかどうかを判定する。制御装置は、電力貯蔵装置４０２の充電レベルを示す信号を検査する及び／又は受信するように構成することができる。制御装置は、電力貯蔵装置４０２の充電と充電閾値量とを比較して、充電レベルが充電閾値量を超えるかどうかを判定することができる。例えば、充電閾値量は、７５％以上の充電レベル、例えば、１００％の充電レベルなど、電力を貯蔵するための電力貯蔵装置の最大充電レベルであってよい。

10

【０１４５】

電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値量を超えないとの判定（すなわち、判定ブロック１５０８＝「いいえ」）に応じて、制御装置は、ブロック１５１０において、整流パス上のパワーモジュール１２の出力を使用して電力貯蔵装置４０２を充電することができる。本明細書で論じるように、閾値電力量を超えるパワーモジュール１２の電力出力は、整流パスに出力することができる。パワーモジュール１２によって整流パスに出力される電力の少なくとも一部は、ＩＴ負荷３１０に電力を供給するために必要とされない場合がある。充電閾値量を超えない電力貯蔵装置の充電レベルに応じて、制御装置は、パワーモジュール１２によって出力される電力の少なくとも一部を、整流パスを介して電力貯蔵装置４０２に向かわせ、電力貯蔵装置４０２を充電することができる。パワーモジュール１２によって出力される整流パス上の電力は、ＤＣ／ＡＣインバータ３０８によってＤＣ電力から逆変換されたＡＣ電力であってよい。電力貯蔵装置４０２は、充電のためにＤＣ電力を用いることができる。双方向ＤＣ／ＡＣインバータ８００は、電力貯蔵装置４０２を充電するために、ＡＣ電力の少なくとも一部をＤＣ電力に逆変換させるように制御装置によって制御され得る。制御装置は、判定ブロック１５０８において、電力貯蔵装置４０２の充電レベルが充電閾値量を超えるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。例えば、制御装置は、ブロック１５１０で電力貯蔵装置４０２を充電する間、判定ブロック１５０８にて電力貯蔵装置４０２の充電レベルが充電閾値量を超えるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。

20

【０１４６】

電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値量を超える（すなわち、判定ブロック１５０８＝「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック１５１２において、整流パス上のパワーモジュール１２の出力を電気ユーティリティに提供することができる。閾値電力量を超える、パワーモジュール１２によって生成された電力は、ＤＣ／ＡＣインバータ３０８によってＤＣ電力から逆変換されたＡＣ電力として整流パスに出力され得る。パワーモジュール１２によって整流パスに出力される電力の少なくとも一部は、ＩＴ負荷３１０に電力を供給するために必要とされない場合がある。ＩＴ負荷３１０に電力を供給するために必要とされない、パワーモジュール１２によって整流パスに出力される電力の一部は、電気ユーティリティに出力することができる。

30

【０１４７】

ＩＴ負荷３１０からの負荷需要がパワーモジュール１２の出力未満でない（すなわち、判定ブロック１５０６＝「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック１５１４において、整流パス上のパワーモジュール１２の電力出力をＩＴ負荷３１０に提供することができる。パワーモジュール１２が電力閾値量よりも多くの電力を生成する限り、パワーモジュール１２は、電力を整流パスに出力することができる。パワーモジュールによって整流パスに出力される電力は、ＩＴ負荷３１０に電力を供給するために使用され得る。

40

【０１４８】

判定ブロック１５１６において、制御装置は、電力貯蔵装置の充電レベルが、充電出力閾値量を超えるかどうかを判定することができる。例えば、充電出力閾値量は、５０％の充電レベル等、電力貯蔵装置からＩＴ負荷３１０に電力を供給するのに適した電力貯蔵装

50

置の最小変化レベルであってよい。制御装置は、電力貯蔵装置 402 の充電レベルを示す信号を検査する及び／又は受信するように構成され得る。制御装置は、電力貯蔵装置 402 の充電と充電出力閾値量とを比較して、充電レベルが充電出力閾値量を超えるかどうかを判定することができる。判定ブロック 1506 において、IT 負荷 310 からの負荷需要がパワーモジュール 12 の出力未満ではないと判定することにより、制御装置は、パワーモジュール 12 によって提供されている電力が、IT 負荷 310 の電力需要を満たすには不十分であり、補う必要があるかもしれないと、気づくことができる。

【0149】

電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超えない（すなわち、判定ブロック 1516 = 「いいえ」）との判定に応じて、ブロック 1518 において、制御装置は、電気ユーティリティの出力を、整流パスを介して IT 負荷 310 に提供することができる。IT 負荷 310 の電力需要を満たすには不十分な、パワーモジュール 12 によって出力される電力を補うために、制御装置は、パワーモジュール 12 によって出力される電力の不足を軽減するための、電気ユーティリティからの電力量を算出して提供することができる。制御装置は、IT 負荷 310 にパワーモジュール 12 によって出力される電力及び IT 負荷 310 の電力需要を示す信号を読み取る及び／又は受信し、IT 負荷 310 の電力需要を満たすにはどのぐらいの電力を電気ユーティリティから必要とするかを計算するように構成することができる。制御装置は、整流パスの構成要素を制御して、電気ユーティリティからの電力出力の量を IT 負荷 310 に提供することができる。

【0150】

電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超える（すなわち、判定ブロック 1516 = 「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック 1520 において、電力貯蔵装置 402 の出力を、整流パスを介して IT 負荷 310 に提供し得る。IT 負荷 310 の電力需要を満たすには不十分な、パワーモジュール 12 によって出力される電力を補うために、制御装置は、パワーモジュール 12 によって出力される電力の不足を軽減するための、電力貯蔵装置 402 からの電力量を計算し提供することができる。制御装置は、IT 負荷 310 にパワーモジュール 12 によって出力される電力及び IT 負荷 310 の電力需要を示す信号を読み取る及び／又は受信し、IT 負荷 310 の電力需要を満たすにはどのぐらいの電力を電力貯蔵装置 402 から必要とするかを計算するように構成することができる。制御装置は、整流パスの構成要素を制御して、電力貯蔵装置 402 から出力される電力量を IT 負荷 310 に提供することができる。制御装置は、判定ブロック 1516 において、電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超えるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。例えば、制御装置は、ブロック 1520 で電力貯蔵装置 402 が整流パスを介して IT 負荷 310 に電力を出力する間、判定ブロック 1516 で電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超えるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。

【0151】

図 15B は、別の実施形態による、負荷へのハイブリッド DC 電力の通常モードでの管理のための方法 1550 を示す。方法 1550 は、パワーモジュール 12、DC / DC コンバータ 302、DC パワーバス 304、DC / AC インバータ 308、IT 負荷 310、DC ディスコネクト 400、電力貯蔵装置 402、回路遮断器 404、双方向 DC / AC インバータ 800、静的インタラプタ 1202、トラップキーインターロック 1204、AC / DC 整流器 1206、ダイオード 1208、及び整流パスの任意の数又は組合せから信号を受信し、及び／又はこれに制御信号を送信するように構成された 1 又は複数の制御装置 301 を用いて実施され得る。様々な実施形態で可能な代替の構成を包含するために、方法 1550 を実施するハードウェアを本明細書では「制御装置」と呼ぶ。いくつかの実施形態において、方法 1550 は、図 14 を参照して、方法 1400 のブロック 1404 の一部として実施することができる。

【0152】

図 15B の代替の実施形態の方法において、ブロック 1502，1504，1508，

1510, 1512, 1516, 1518, 及び1520は、図15Aの方法1500の同じ番号のブロックにおいて上で述べたように実施することができる。

【0153】

ブロック1502において、制御装置は、DCパワーバス304を介してIT負荷310に、電力閾値量に至るまで、パワーモジュール12の出力を提供することができる。

【0154】

判定ブロック1552において、制御装置は、IT負荷310の、本明細書では電力需要とも称される負荷需要が、電力閾値量未満かどうかを判定することができる。本明細書で論じられるように、パワーモジュール12及び／又はDC／DCコンバータ302は、DCパワーバス304に出力することができる電力出力の量、すなわち、電力閾値量に制限され得る。電力閾値量は、予め決めることができ、パワーモジュール12の電力容量及び／又はIT負荷310の電力需要に基づくことができる。例えば、電力閾値量は、少なくとも、IT負荷310の通常の電力需要の指定部分を満たすことができる電力量であってよい。制御装置は、パワーモジュール12及び／又はDC／DCコンバータ302等から、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力することができる電力閾値量についての事前の情報を有する又は取得することができる。制御装置は、IT負荷310の電力需要の信号を感知及び／又は受信することができる。制御装置は、IT負荷の負荷需要を電力閾値量と比較して、IT負荷310の負荷需要が電力閾値量未満であるかどうかを判定することができる。

【0155】

IT負荷310の負荷需要が電力閾値量未満である（すなわち、判定ブロック1552＝「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1554において、DCバス304を介してIT負荷310に提供される電力出力を超える、パワーモジュール12の電力出力を整流パスに提供することができる。本明細書で論じられるように、パワーモジュール12は、DC／ACインバータ308を介して整流パスに電氣的に接続され得る。パワーモジュール12によって生成された、IT負荷310の負荷需要を超える追加の電力は、DC電力からAC電力に変換されて、整流パスに提供することができる。

【0156】

判定ブロック1508において、制御装置は、電力貯蔵装置402の充電レベル（すなわち、充電状態）が充電閾値量を超えるかどうかを判定することができる。電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値量を超えない（すなわち、判定ブロック1508＝「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1510において、整流パス上のパワーモジュール12の出力を使用して電力貯蔵装置402を充電することができる。制御装置は、判定ブロック1508において、電力貯蔵装置402の充電レベルが充電閾値量を超えるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値量を超える（すなわち、判定ブロック1508＝「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1512において、電気ユーティリティへ、整流パス上のパワーモジュール12の出力を提供することができる。

【0157】

IT負荷310の負荷需要が電力閾値量未満ではない（すなわち、判定ブロック1552＝「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1504において、電力閾値量を超えるパワーモジュール12の電力出力を整流パスへ提供することができる。

【0158】

ブロック1556において、制御装置は、IT負荷310に、整流パス上のパワーモジュール12の出力の少なくとも一部（すなわち、いくらか又は全て）を提供することができる。IT負荷310の負荷需要が電力閾値量、すなわち、DCパワーバス304を介してパワーモジュール12からIT負荷310に提供される電力量、を超えるとき、パワーモジュール12から整流パスに提供される追加の電力を、IT負荷310の負荷需要を満たすために使用することができる。IT負荷310の負荷需要、及び、パワーモジュール12によって提供される整流パス上の電力量に応じて、パワーモジュール12によって提

供される整流パス上の電力のいくらか又は全てが、IT 負荷 310 に提供され得る。整流パスは、整流パス上の AC 電力を IT 負荷 310 に提供される DC 電流に変換することのできる、AC/DC 整流器 1206 を介して、IT 負荷に電氣的に接続することができる。
【0159】

判定ブロック 1558 において、制御装置は、IT 負荷 310 の負荷需要が満たされているかどうかを判定することができる。制御装置は、ブロック 1556 のように、IT 負荷 310 の負荷需要、及び、DC バス 304 を介して IT 負荷 310 に提供される電力量、すなわち電力閾値量、及び整流パスを介して IT 負荷 310 に提供される電力量を制御し、事前に決定し、及び／又は感知することができる。制御装置は、負荷需要と、DC バス 304 及び整流パスを介して IT 負荷 310 に提供される電力の合計とを比較して、IT 負荷 310 の負荷需要が満たされるかどうかを判定することができる。

10

【0160】

IT 負荷 310 の負荷需要が満たされているとの判定（すなわち、判定ブロック 1558 = 「はい」）に応答して、制御装置は、判定ブロック 1560 において、整流パス上に利用可能な電力があるかどうかを判定することができる。上で述べたように、制御装置は、ブロック 1556 のように、整流パスを介して IT 負荷 310 に提供される電力の量を制御し、事前に決定し、及び／又は感知することができる。いくつかの実施形態において、制御装置は、また、ブロック 1504 のように、パワーモジュール 12 から整流パスに提供される電力の量を制御し、事前に決定し、及び／又は感知することができる。制御装置は、パワーモジュール 12 から整流パスに供給される電力の量と整流パスから IT 負荷 310 に提供される電力の量から、整流パス上に残っている電力の量を算出することができる。いくつかの実施形態において、制御装置は、また、整流パスから IT 負荷 310 に電力を提供した後に、整流パス上に残っている電力の量を制御し、事前に決定し、及び／又は感知することができる。整流パス上に利用可能な電力がない（すなわち、判定ブロック 1560 = 「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、判定ブロック 1558 において、IT 負荷 310 の負荷需要が満たされているかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。

20

【0161】

整流パス上に利用可能な電力がある（すなわち、判定ブロック 1560 = 「はい」）との判定に応じて、制御装置は、判定ブロック 1508 において、電力貯蔵装置 402 の充電レベル（すなわち、充電状態）が充電閾値量を超えるかどうかを判定することができる。電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値量を超えない（すなわち、判定ブロック 1508 = 「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック 1510 において、整流パス上のパワーモジュール 12 の出力を用いて、電力貯蔵装置 402 を充電することができる。判定ブロック 1508 において、制御装置は、電力貯蔵装置 402 の充電レベルが充電閾値量を超えるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。電力貯蔵装置の充電レベルが充電閾値量を超えている（すなわち、判定ブロック 1508 = 「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック 1512 において、整流パス上のパワーモジュール 12 の出力を電気ユーティリティに提供することができる。

30

【0162】

IT 負荷 310 の負荷需要が満たされていない（すなわち、判定ブロック 1558 = 「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、判定ブロック 1516 において、電力貯蔵装置 402 の充電レベルが充電出力閾値量を超えるかどうかを判定することができる。電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超えない（すなわち、判定ブロック 1516 = 「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック 1518 において、整流パスを介して IT 負荷 310 に電気ユーティリティの出力を提供することができる。電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超える（すなわち、判定ブロック 1516 = 「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック 1520 において、整流パスを介して IT 負荷 310 に電力貯蔵装置 402 の出力を提供することができる。判定ブロック 1516 において、制御装置は、電力貯蔵装置の充電レベルが充電出力閾値量を超えるかどうかを、繰

40

50

り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。

【0163】

図16は、様々な実施形態による負荷へのハイブリッドDC電力のフェイルモードでの管理のための方法1600を示す。方法1600は、パワーモジュール12、DC／DCコンバータ302、DCパワーバス304、DC／ACインバータ308、IT負荷310、DCディスコネクト400、電力貯蔵装置402、回路遮断器404、双方向DC／ACインバータ800、静的インタラプタ1202、トラップキーインターロック1204、AC／DC整流器1206、ダイオード1208、及び整流パスの任意の数又は組合せから信号を受信し、及び／又はこれに制御信号を送るように構成された1又は複数の制御装置301を用いて実施され得る。様々な実施形態で可能な代替の構成を包含するために、方法1600を実施するハードウェアを本明細書では「制御装置」と呼ぶ。いくつかの実施形態において、方法1600は、図14を参照して上で述べた方法1400のブロック1406の一部として実施することができる。

10

【0164】

ブロック1602において、制御装置は、パワーモジュールの出力を、電力閾値量に至るまで、DCパワーバス304を介してIT負荷310に提供することができる。本明細書で論じられるように、電力は、パワーモジュール12をDCパワーバス304に電氣的に接続するDC／DCコンバータ302を介して、及び、DC／DCコンバータ302をIT負荷310に電氣的に接続するDCパワーバス304を介して、パワーモジュール12からIT負荷310に提供され得る。パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に提供し得る電力の量は、事前に決定され、電圧、電流、及び／又は電力に関して構成され得る電力閾値量に設定することができる。パワーモジュール12は、電力閾値量を超えて生成するように構成され得るが、パワーモジュール12及び／又はDC／DCコンバータ302は、パワーモジュール12からDCパワーバス304を介してIT負荷310に提供される電力の量を、電力閾値量に制限するように構成することができる。

20

【0165】

ブロック1604において、制御装置は、電気ユーティリティが機能しない場合（つまり、電力供給の停止）、パワーモジュール12を整流パスから、及び燃料電池ITグリッドシステム1200を電気ユーティリティから、切り離すことができる。パワーモジュール12は、DC／ACインバータ308及び任意の数の回路遮断器404（例えば、図12に示すような回路遮断器1～P、及び／又は回路遮断器A）を含む、燃料電池ITグリッドシステム1200の他の構成要素を介して、整流パスに電氣的に接続され得る。パワーモジュール12を整流パスから切り離すために、制御装置は、DC／ACインバータ308を、DC／ACインバータ308の整流パスへの出力を抑制するように制御する、及び／又はパワーモジュール12を整流パスに電氣的に接続する少なくとも1つの回路遮断器404を開くように制御することができる。燃料電池ITグリッドシステム1200は、静的インタラプタ1202及び回路遮断器404（例えば、図12に示されるような回路遮断器C）を介して電気ユーティリティに電氣的に接続され得る。燃料電池ITグリッドシステム1200を電気ユーティリティから切り離すために、制御装置は、静的インタラプタ1202の作動を阻止し、及び／又は回路遮断器404を開くことができる。いくつかの実施形態では、静的インタラプタ1202は、回路遮断器404を開く前に作動を停止することができる。いくつかの実施形態では、回路遮断器404は、通常は閉じられるように構成することができ、ユーティリティが電力を供給することができない場合にのみ開かれる。

30

40

【0166】

判定ブロック1606において、制御装置は、IT負荷310の電力需要が、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力できる電力閾値量を超えるかどうか判定することができる。制御装置は、パワーモジュール12及び／又はDC／DCコンバータ302等から、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介し

50

てIT負荷310に出力することができる電力閾値量についての事前の情報を有する又は取得することができる。制御装置は、IT負荷310の電力需要の信号を感知及び／又は受信することができる。制御装置は、電力閾値量と電力需要を比較して、IT負荷310の電力需要が、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力できる電力閾値量を超えるかどうかを判定することができる。

【0167】

IT負荷310の電力需要が、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力できる電力閾値量を超えない（すなわち、判定ブロック1606＝「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1620において、DCパワーバス304を介して、電力閾値量に至るまで、パワーモジュール12の出力をIT負荷310に提供することができる。

10

【0168】

IT負荷310の電力需要が、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力できる電力閾値量を超える（すなわち、判定ブロック1606＝「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1608において、電力貯蔵装置402の出力を、整流パスを介してIT負荷310に提供することができる。制御装置は、IT負荷310の電力需要の信号を感知及び／又は受信するように構成することができる。IT負荷310の電力需要を、パワーモジュール12によってIT負荷310に出力される電力閾値量と比較することにより、制御装置は、IT負荷310の電力需要を満たすのに必要な電力量を算出することができる。制御装置は、電力貯蔵装置402及び／又は双方向DC／ACインバータ800を制御して、電力貯蔵装置402からACバス314へ、IT負荷310の電力需要を満たすのに必要な算出された電力量を出力することができる。

20

【0169】

判定ブロック1610において、制御装置は、電力貯蔵装置402からIT負荷310への出力が安定しているかどうかを判定することができる。制御装置は、電力貯蔵装置402からIT負荷310に提供するために、整流パス上の利用可能な電力の量及び／又は質の信号を感知及び／又は受信するように構成することができる。制御装置は、IT負荷310の電力需要の信号を感知及び／又は受信するように構成することができる。IT負荷310の電力需要を、パワーモジュール12によってIT負荷310に出力される電力閾値量及び整流パス上の電力貯蔵装置402から利用可能な電力と比較することによって、制御装置は、IT負荷310の電力需要が満たされるかどうかを判定することができる。IT負荷310の電力需要が、DCパワーバス304を介してパワーモジュール12によって、及び、整流パスを介して電力貯蔵装置402によって、IT負荷310に提供される電力によって満たされる場合、制御装置は、電力貯蔵装置402からIT負荷310への出力は安定していると判定することができる。言い換えると、制御装置は、双方向DC／ACインバータ800によってDCからACに変換された電力貯蔵装置402の電力出力によって生み出される、整流パス上のACグリッドが安定していると判定することができる。いくつかの実施形態において、制御装置は、また、振幅等、整流パス上のAC電力の品質を、定性的閾値と比べて、電力貯蔵装置402からIT負荷310への出力が安定しているかどうかを判定することができる。

30

40

【0170】

電力貯蔵装置402からIT負荷310への出力が安定していない（すなわち、判定ブロック1610＝「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1608において、整流パスを介してIT負荷310に電力貯蔵装置402の出力を提供することができる。いくつかの実施形態において、制御装置は、双方向DC／ACインバータ800によってDCからACに変換された電力貯蔵装置402の電力出力によって生成される、整流パス上のACグリッドを安定させるために、電力貯蔵装置402の電力出力を増加させることができる。電力貯蔵装置402からIT負荷への出力が安定している（すなわち、判定ブロック1610＝「はい」）との判定に応じて、制御装置は、ブロック1612にお

50

いて、整流パスに電力閾値量を超えるパワーモジュール12の出力を提供できる。本明細書で論じたように、パワーモジュール12及び／又はDC／DCコンバータ302は、DCパワーバス304を介してIT負荷310に出力され得る電力閾値量に制限され得、電力閾値量を超える、パワーモジュール12によって生成された電力を、DC／ACインバータ308によってAC電力に逆変換させて、整流パスに出力することができる。いくつかの実施形態において、整流パスに電力閾値量を超えるパワーモジュール12の出力を提供するために、制御装置は、ブロック1604において、整流パスからパワーモジュール12の切り離しを元に戻すことができる。この切り離しを元に戻すために、又は整流パスに電源モジュール12を再接続するために、制御装置は、DC／ACインバータ308が、整流パスへのDC／ACインバータ308の出力を可能にするように制御し、及び／又は、パワーモジュール12を整流パスに電氣的に接続する少なくとも1つの回路遮断器404（例えば、図12に示すような回路遮断器1～P及び／又は回路遮断器A）を制御して閉じることができる。

【0171】

判定ブロック1614において、制御装置は、IT負荷310の残りの電力需要（すなわち、DCバス304上のパワーモジュール12の出力を超える需要）が、整流パス上のパワーモジュール12の出力によって満たされるかどうかを判定することができる。パワーモジュール12の出力は、DCパワーバス304へ出力される電力閾値量と、整流パスに出力されるパワーモジュール12によって生成された追加の電力を組み合わせた総出力であってよい。制御装置は、パワーモジュール12及び／又はDC／DCコンバータ302等から、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力することができる電力閾値量についての知識を事前に有する又は取得することができる。制御装置は、DCパワーバス304及び／又は整流パスへのパワーモジュール12の電力出力の信号を感知及び／又は受信することができる。制御装置は、IT負荷310の電力需要の信号を感知及び／又は受信することができる。制御装置は、パワーモジュール12の電力閾値量及び／又はDCパワーバス304及び／又は整流パスへの出力量を電力需要と比較して、IT負荷310の電力需要がパワーモジュール12の電力出力未満かどうかを判定することができる。

【0172】

IT負荷310の残りの電力需要が整流パス上のパワーモジュール12の出力によって満たされない（すなわち、判定ブロック1614＝「いいえ」）との判定に応じて、制御装置は、IT負荷310に、ブロック1616において、パワーモジュール12の電力出力を提供して、整流パス上の電力貯蔵装置402の電力出力を提供し続けることができる。IT負荷310の電力需要がパワーモジュール12の出力より大きい場合、パワーモジュール12の出力はIT負荷310によって完全に消費され得る。よって、制御装置は、パワーモジュール12がDCパワーバス304を介してIT負荷310に出力可能な電力閾値量を超える、過剰な電力量を、電力貯蔵装置402（ブロック1608のように）及びパワーモジュール12の両方から、整流パスを介してIT負荷310に提供することができる。電力貯蔵装置402がもはや負荷需要の同じ量をサポートする必要がないときには、制御装置は、パワーモジュール12の電力出力を提供する前と比べて、電力貯蔵装置402からの電力を低減することができる。制御装置は、判定ブロック1614において、IT負荷310の電力需要が整流パス上のパワーモジュール12の出力によって満たされるかどうかを、繰り返し、定期的に、及び／又は連続的に判定することができる。

【0173】

IT負荷310の残りの電力需要が整流パス上のパワーモジュール12の出力によって満たされる（すなわち、判定ブロック1614＝「はい」）という判定に応じて、制御装置は、ブロック1618において、整流パス上のパワーモジュール12からの出力の全て又は一部をIT負荷310に提供して、IT負荷310の残りの電力需要を満たすことができる。ブロック1620において、制御装置は、AC／DCインバータを制御して、電力貯蔵装置402の出力をACバス314及びAC／DC整流器1260を介してIT負

10

20

30

40

50

荷 3 1 0 に提供することを停止できる。ブロック 1 6 2 2 において、制御装置は、電力貯蔵装置 4 0 2 の充電状態が充電閾値を超えるかどうかを判定することができる。言い換えれば、制御装置は、電力貯蔵装置 4 0 2 の充電状態が特定の閾値を下回る（例えば、7 5 %未満等の、1 0 0 %未満）である場合に、電力貯蔵装置 4 0 2 を再充電する必要があるかどうかを判定することができる。

【0 1 7 4】

制御装置が、電力貯蔵装置 4 0 2 を再充電する必要がある（すなわち、充電が充電閾値を超えず、判定ブロック 1 6 2 2 = 「いいえ」）、整流パス上に、IT 負荷 3 1 0 の残りの電力需要を満たすために使用される量を超える、パワーモジュール 1 2 の出力が残っていると判定すれば、ブロック 1 6 2 4 において、制御装置は、電力貯蔵装置 4 0 2 が充電閾値に達するまで（すなわち、電力貯蔵装置 4 0 2 が完全に充電されるまで）、整流パス上のパワーモジュール 1 2 の残っている出力を使用して電力貯蔵装置 4 0 2 を充電することができる。ブロック 1 6 2 4 において、制御装置は、DC / AC インバータ 8 0 0 を制御して、整流パス上のパワーモジュール 1 2 の残りの出力を電力貯蔵装置 4 0 2 に提供することができる。言い換えれば、電力は、AC バス 3 1 4 から DC / AC インバータ 8 0 0 を通って電力貯蔵装置 4 0 2 へと流れる。その後、プロセスは、フェイルモードが終了して通常モードに戻るまで、ブロック 1 6 1 4 に戻る。

【0 1 7 5】

制御装置が、IT 負荷 3 1 0 の残りの電力需要を満たすために使用される量を超える、整流パス上のパワーモジュール 1 2 の残っている出力がないと判定した場合、プロセスは、フェイルモードが終了して通常モードに戻るまで、ブロック 1 6 1 4 に戻る。制御装置が、電力貯蔵装置 4 0 2 を再充電する必要がない（すなわち、充電が充電閾値を超え、判定ブロック 1 6 2 2 = 「はい」）と判定した場合、プロセスは、フェイルモードが終了して通常モードに戻るまで、ブロック 1 6 1 4 に戻る。

【0 1 7 6】

前述の方法の説明及び図は、単に例示的な例として提供されており、様々な実施形態のステップが提示された順序で実行されなければならないことを要求又は暗示することを意図するものではない。当業者によって理解されるように、前述の実施形態におけるステップの順序は、任意の順序で実行され得る。さらに、「その後」、「それから」、「次へ」などの用語は、ステップの順序を制限することを意図したものではない。つまり、これらの用語は、単に方法の説明を通して読み手をガイドするために用いたものである。例示的な実施形態を説明するために、1 つ又は複数の図を用いた。図の使用は、実行されるオペレーションの順序に関して制限することを意味するものではない。例示的な実施形態の前述の説明は、例示及び説明の目的で提示した。開示された正確な形態に関して網羅的又は限定的であることを意図するものではなく、上記の教示に照らして修正及び変形が可能であるか、又は開示された実施形態の実施から取得され得る。本発明の範囲は、本明細書に添付された特許請求の範囲及びそれらの均等物によって明らかになることが意図される。

【0 1 7 7】

制御装置 3 1 0 及び本明細書に記載の接続されたコントローラを含む制御要素は、特定の機能を実行するための命令でプログラムされたプログラム可能なプロセッサ、メモリ及び他の構成要素を含むコンピューティングデバイス（コンピュータなど）を使用して実現することができる。プロセッサは、任意のプログラム可能なマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、又はマルチプロセッサチップ、又は本明細書に記載の様々な実施形態の機能を含む様々な機能を実行するためのソフトウェア命令（アプリケーション）によって構成することができるチップであってもよい。いくつかのコンピューティングデバイスでは、マルチプロセッサが提供され得る。通常、ソフトウェアアプリケーションは、アクセスされてプロセッサにロードされる前に、内部メモリに格納され得る。いくつかのコンピューティングデバイスでは、プロセッサは、アプリケーションソフトウェア命令を格納するのに十分な内部メモリを含むことができる。

【0178】

本明細書に開示される実施形態に関連して説明された様々な例示の論理ブロック、モジュール、回路、及びアルゴリズムステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、又は両方の組み合わせとして実現され得る。ハードウェアとソフトウェアのこの互換性を明確に説明するために、様々な例示の構成要素、ブロック、モジュール、回路、及びステップを、それらの機能の観点から一般的に上で説明した。このような機能性がハードウェアとして実現されるか又はソフトウェアとして実現されるかは、特定の用途とシステム全体に課せられる設計上の制約に依存する。当業者は、特定の用途ごとに、様々な方法で、記載の機能性を実現することができるが、そのような実現の決定は、本発明の範囲からの逸脱を引き起こすと解釈されるべきではない。

10

【0179】

本明細書で開示された態様に関連して記載された様々な例示のロジック、論理ブロック、モジュール、及び回路を実現するために使用されるハードウェアは、本明細書に記載の機能を実行するように設計された汎用プロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）又は他のプログラマブルロジックデバイス、ディスクリートゲート又はトランジスタロジック、ディスクリートハードウェアコンポーネント、又はこれらの任意の組み合わせであってよい又は含んでよい制御装置を用いて実現され得る又は実行され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであってもよいが、代替で、プロセッサは任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、又はステートマシンであってもよい。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせとして、例えば、DSPとマイクロプロセッサ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連動する1つ又は複数のマイクロプロセッサ、又は任意の他のそのような構成の組み合わせとして実現することができる。あるいは、いくつかのブロック又は方法は、所与の機能に特有の回路によって実行されてもよい。

20

【0180】

開示した実施形態の前述の説明は、当業者が、記載の実施形態を成すか又は使用できるようにするために提供される。これらの実施形態に対する様々な変更は当業者には容易に明らかであり、本明細書に明記される包括的な原理は、本開示の範囲から逸脱することなく他の態様に適用することができる。したがって、本願請求の範囲は、本明細書に示した実施形態に限定されることを意図するものではなく、請求項の記載及び本明細書に開示される原理及び新規の特徴と矛盾しない最も広い範囲を与えられるべきである。

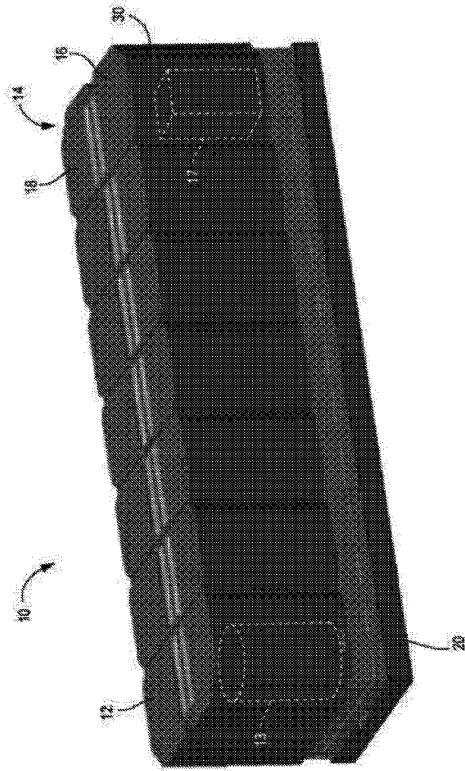
30

40

50

【図面】

【図 1】



【図 2】

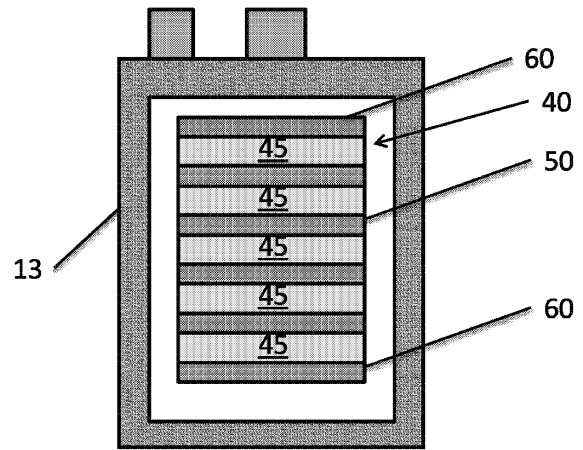
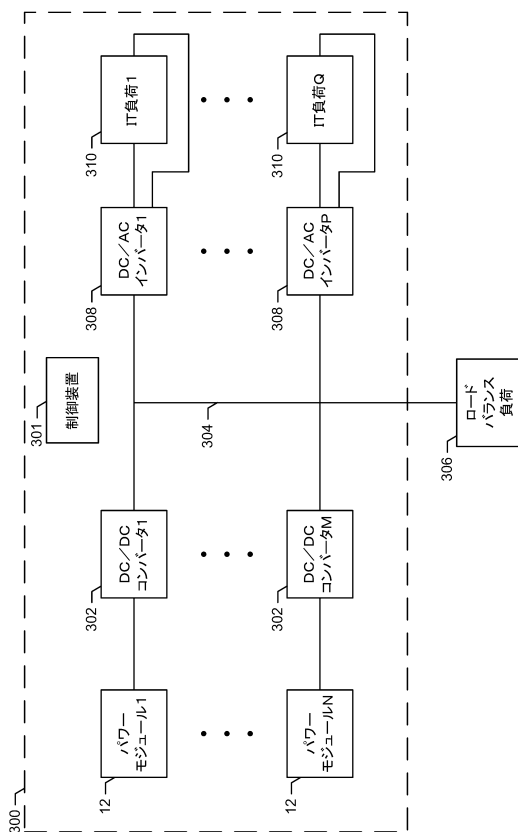


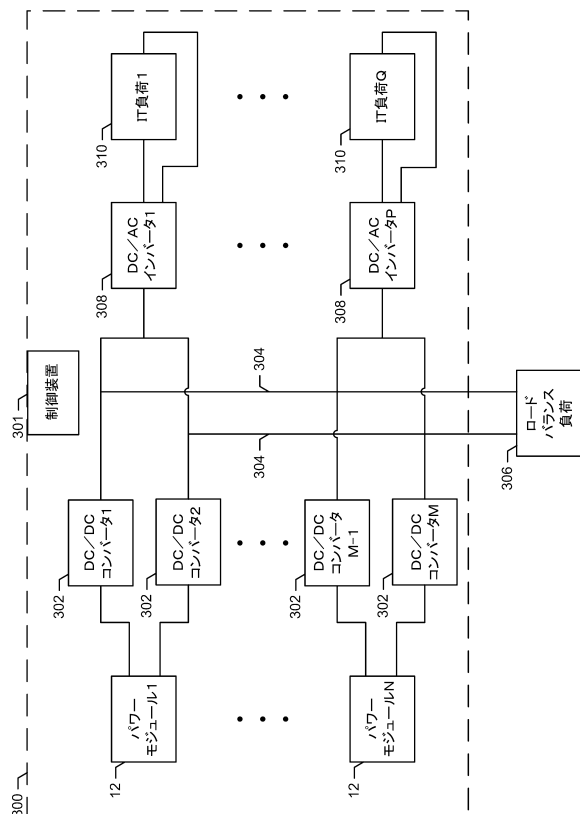
FIG. 2

FIG. 1

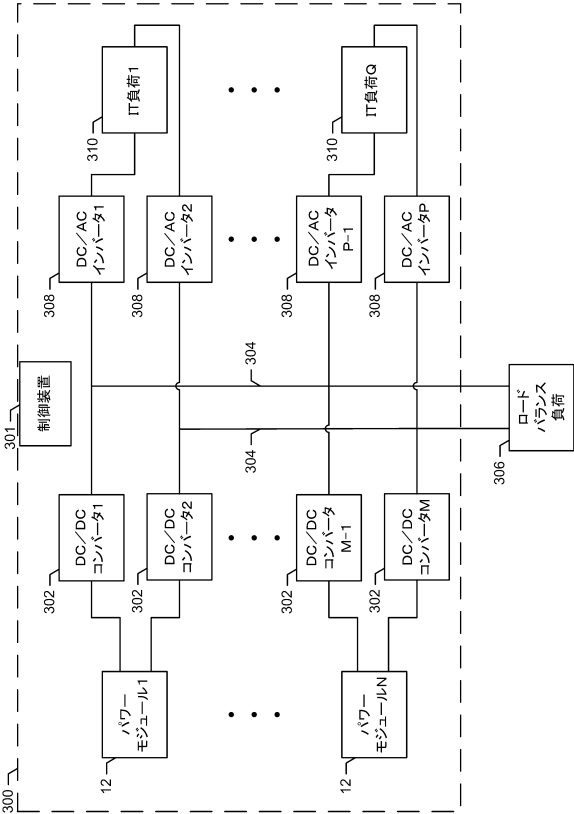
【図 3 A】



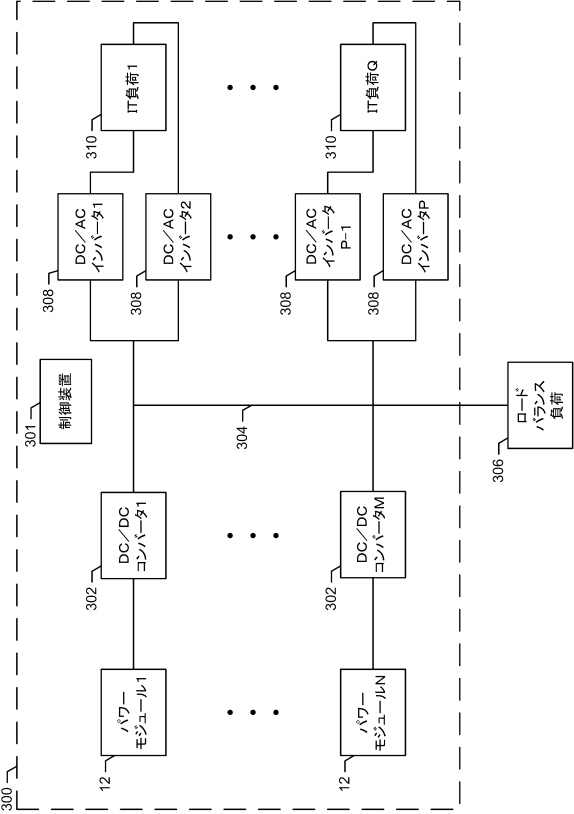
【図 3 B】



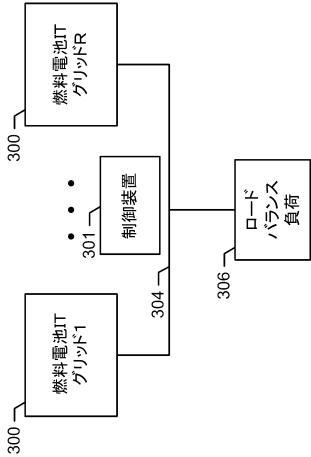
【図 3 C】



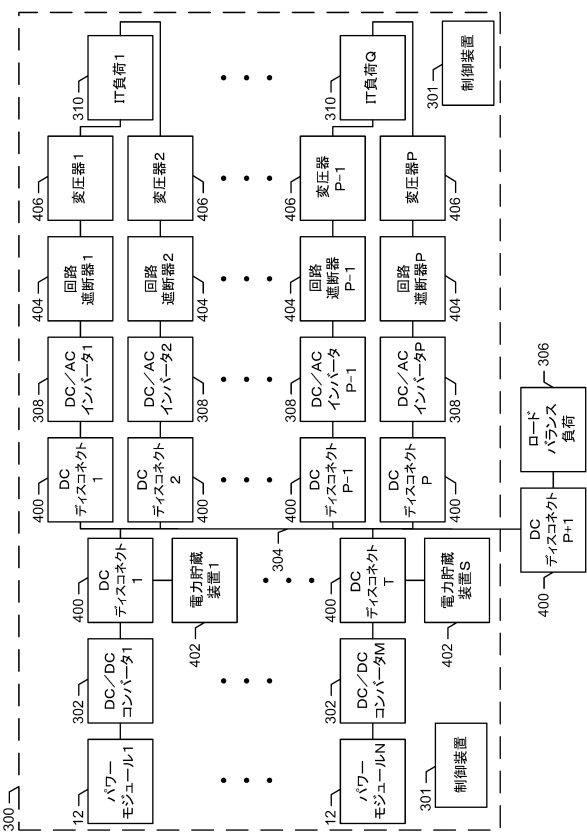
【図 3 D】



【図 3 E】



【図 4】



10

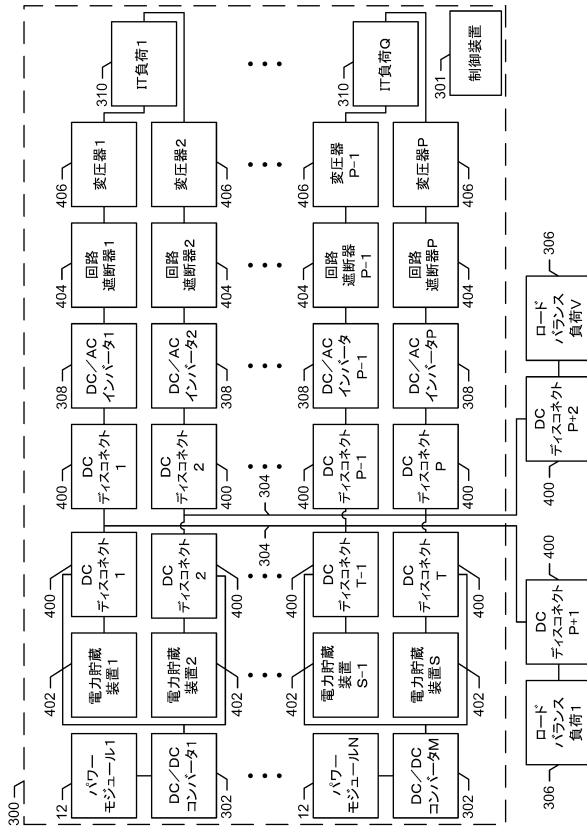
20

30

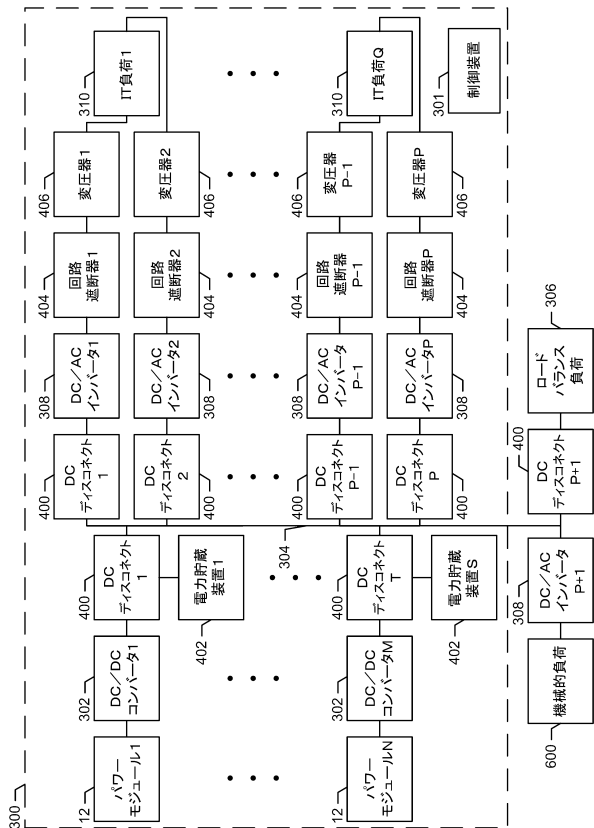
40

50

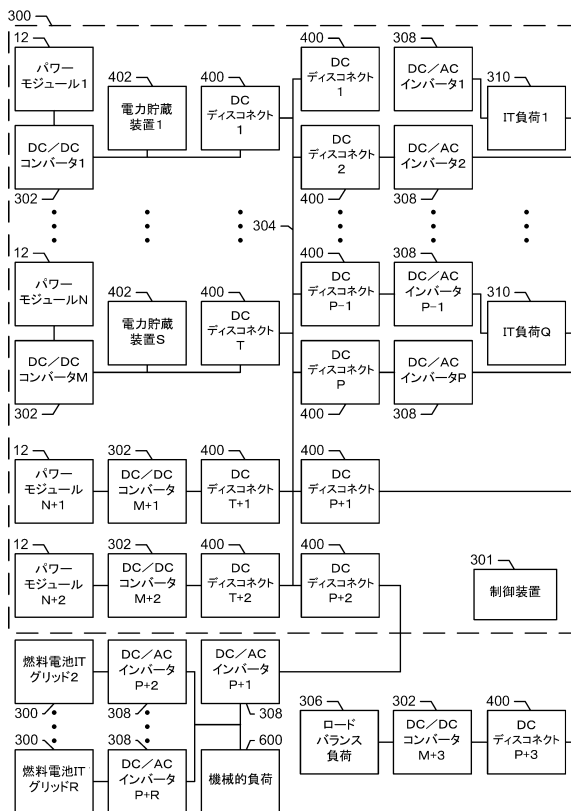
【図 5】



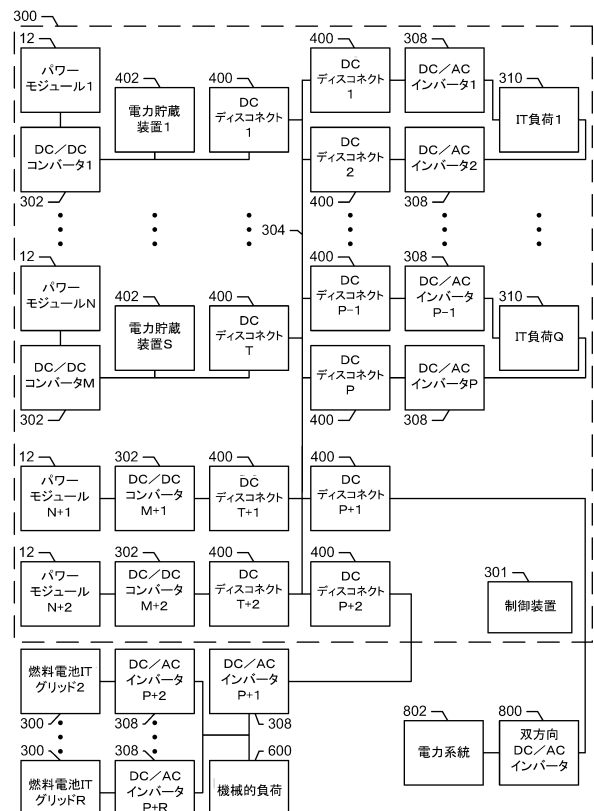
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

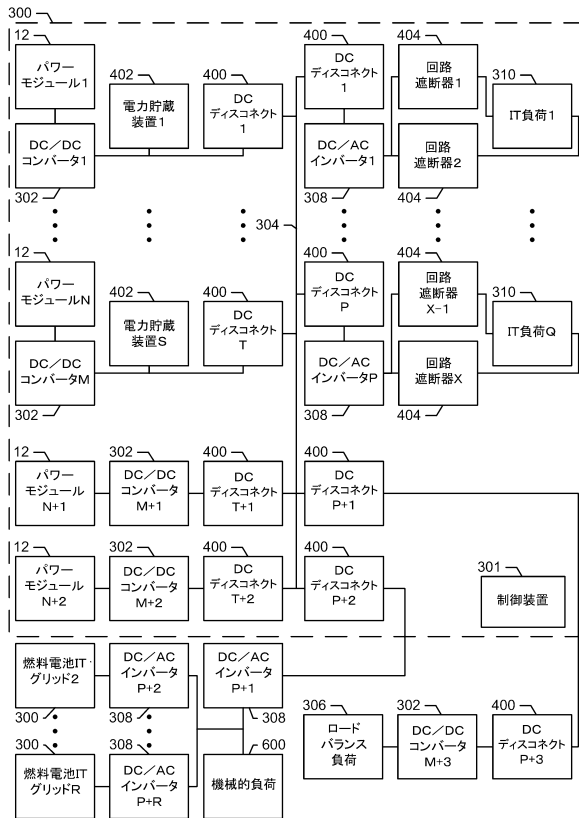
20

30

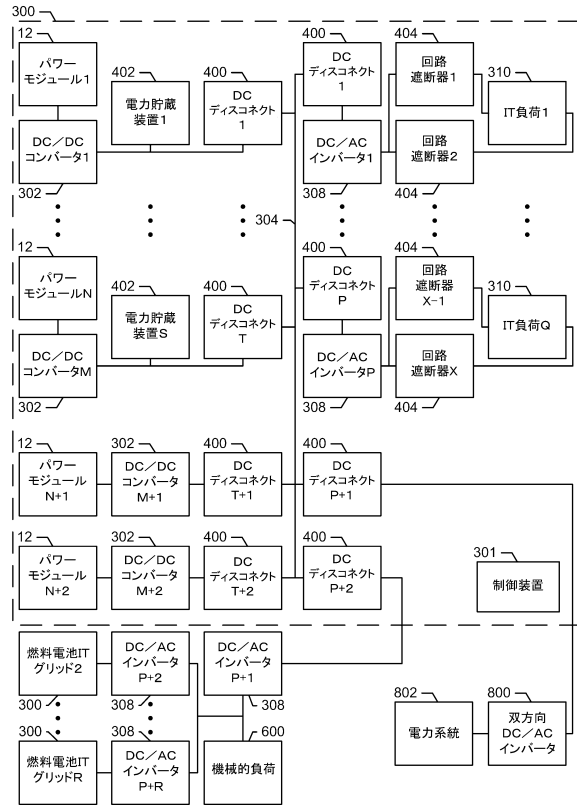
40

50

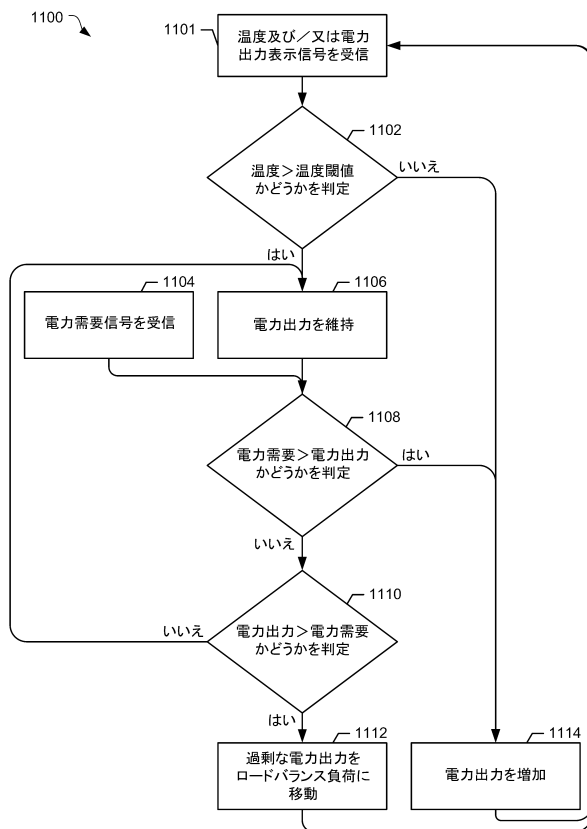
【図 9】



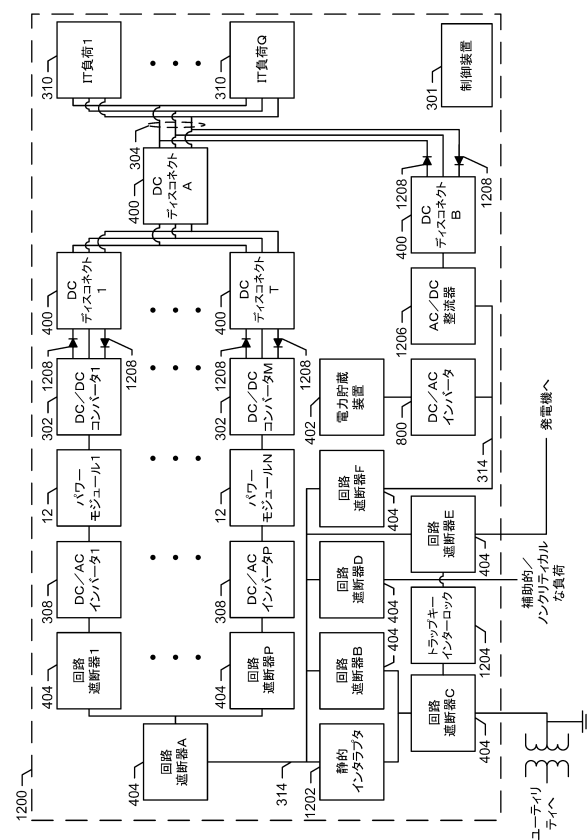
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

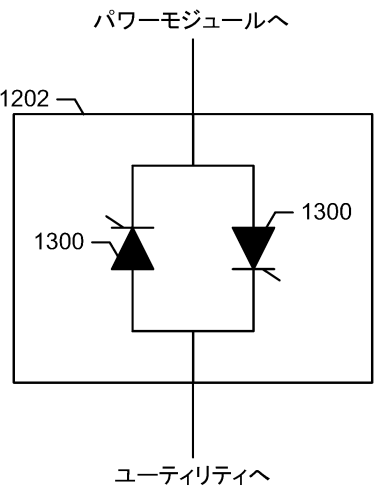
20

30

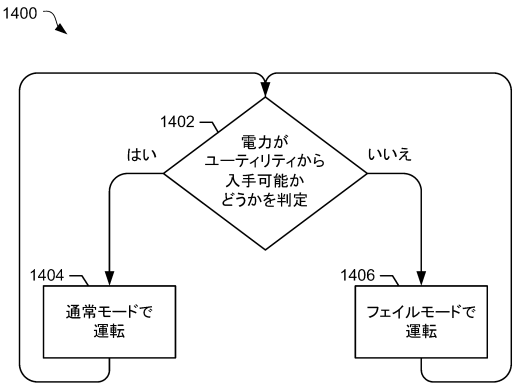
40

50

【図 1 3】



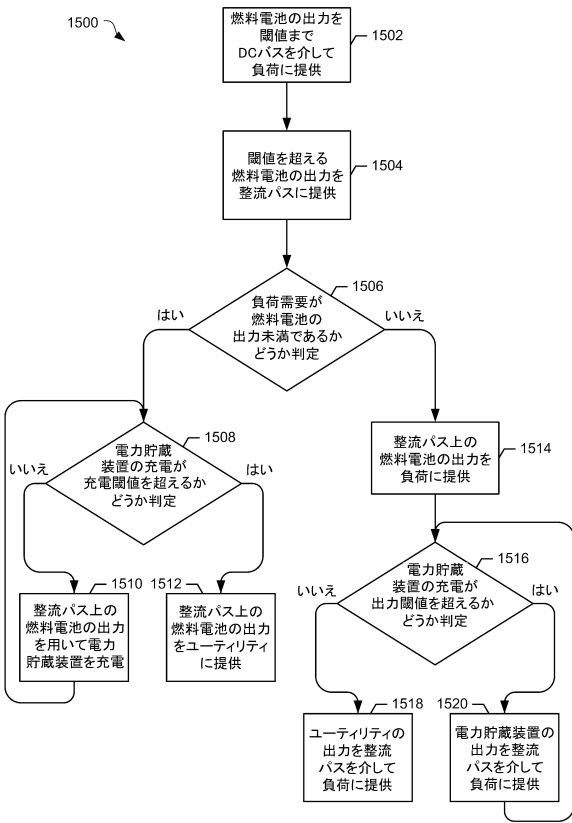
【図 1 4】



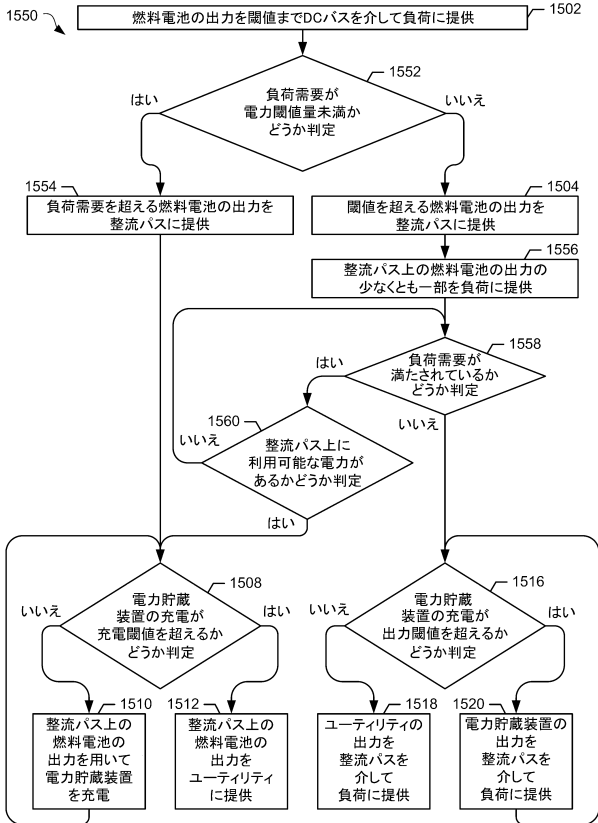
10

20

【図 1 5 A】



【図 1 5 B】

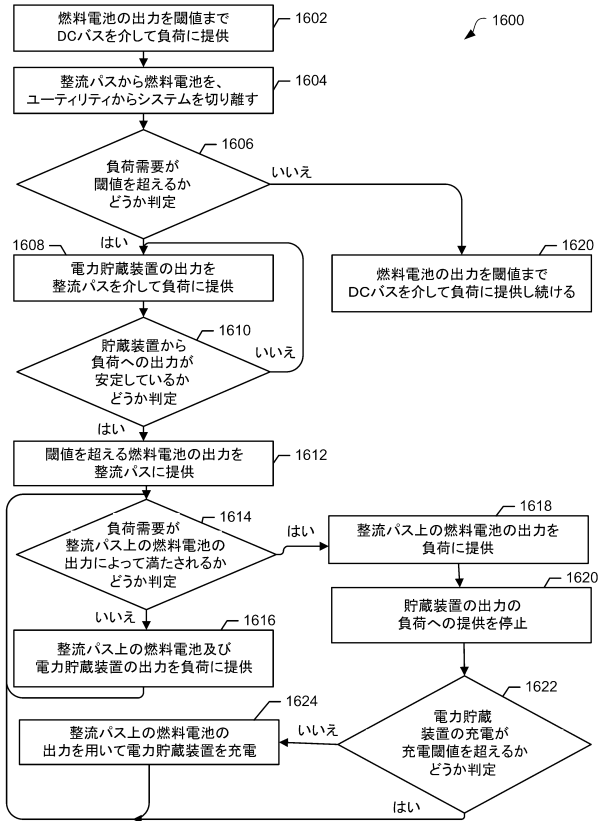


30

40

50

【図 16】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/04858(2016.01)	H 0 1 M	8/04858	
H 0 2 J	1/12 (2006.01)	H 0 2 J	1/00	3 0 4 H
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 2 J	1/00	3 0 6 G
H 0 1 M	8/10 (2016.01)	H 0 2 J	1/12	
H 0 1 M	8/12 (2016.01)	H 0 2 J	1/00	3 0 6 L
		H 0 2 J	7/00	B
		H 0 2 J	7/00	3 0 2 C
		H 0 2 J	7/00	3 0 2 B
		H 0 1 M	8/10	1 0 1
		H 0 1 M	8/12	1 0 1

トリート 4 3 5 3 ブルーム エネルギー コーポレーション内

審査官 田中 慎太郎

(56)参考文献

特表 2 0 1 4 - 5 2 1 2 9 1 (J P , A)
 特表 2 0 1 4 - 5 0 4 4 9 2 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 3 2 6 5 1 6 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 2 5 0 5 6 8 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 0 5 2 0 9 4 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 2 5 3 7 1 6 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 3 2 6 5 0 4 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 3 2 6 6 6 8 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 2 J **1 / 0 0**
H 0 1 M **8 / 0 0**
H 0 1 M **8 / 2 4 9**
H 0 1 M **8 / 0 4**
H 0 1 M **8 / 0 4 5 3 7**
H 0 1 M **8 / 0 4 8 5 8**
H 0 2 J **1 / 1 2**
H 0 2 J **7 / 0 0**
H 0 1 M **8 / 1 0**
H 0 1 M **8 / 1 2**