

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7622049号
(P7622049)

(45)発行日 令和7年1月27日(2025.1.27)

(24)登録日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(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 1 M	8/249(2016.01)	H 0 1 M	8/249
H 0 1 M	8/04537(2016.01)	H 0 1 M	8/04537
H 0 1 M	8/04664(2016.01)	H 0 1 M	8/04664
H 0 1 M	8/00 (2016.01)	H 0 1 M	8/00 A
請求項の数 17 (全20頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号	特願2022-521580(P2022-521580)	(73)特許権者	504175659
(86)(22)出願日	令和2年10月8日(2020.10.8)		インテリジェント エナジー リミテッド
(65)公表番号	特表2022-551526(P2022-551526 A)		INTELLIGENT ENERGY LIMITED
(43)公表日	令和4年12月9日(2022.12.9)		イギリス国 エルイー 1 1 3 ジーピー
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/078333		レスターシャー ラフパラー アシュビー
(87)国際公開番号	WO2021/069622		ロード ホリウエル パーク チャーンウ
(87)国際公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)		ッド ビルディング
審査請求日	令和5年10月2日(2023.10.2)	(74)代理人	100086531
(31)優先権主張番号	1914759.4		弁理士 澤田 俊夫
(32)優先日	令和1年10月11日(2019.10.11)	(74)代理人	100093241
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)		弁理士 宮田 正昭
早期審査対象出願		(74)代理人	100101801
			弁理士 山田 英治
		(74)代理人	100095496
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マルチスタック燃料電池システムにおいて熱制御を提供するためのシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池電力システムにおいて、
 複数の燃料電池スタックと、
 上記複数の燃料電池スタックの各々の異なる1つの出力側に各々位置付けられた複数の電力コンバータと、
 上記複数の電力コンバータの各々の入力側に各々位置付けられた複数の電流センサであって、各々が電流を決定するように構成された上記複数の電流センサと、
 上記複数の電力コンバータの各々の入力側に各々位置付けられた複数の電圧センサであって、各々が電圧を決定するように構成された上記複数の電圧センサと、
 コンピューティングデバイスであって、
 上記複数の燃料電池スタックのうちの1つの燃料電池スタックの出力側に位置付けられた上記複数の電力コンバータのうちの1つの電力コンバータの1つまたは複数のパラメータ値を設定して、当該1つの燃料電池スタックが優先的に負荷に電力を供給するようになし、
 上記1つの燃料電池スタック、および、上記複数の燃料電池スタックのうちの1つまたは複数の他の燃料電池スタックの熱電力であって、当該熱電力の各々が、対応する電力コンバータの入力側において決定される電圧および電流に基づいて決定される、上記熱電力を決定し、
 上記1つの燃料電池スタックの熱電力が基準を満たしているかどうかを判断し、

上記1つの燃料電池スタックの熱電力が基準を満たすという決定にตอบสนองして、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの各々の出力側に位置付けられる複数の電力コンバータの各々について1つまたは複数のパラメータ値を設定して、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの各々について決定された熱電力が、上記1つの燃料電池スタックについて決定された熱電力に、より厳密に一致するようになすように構成される、上記コンピューティングデバイスとを有することを特徴とする燃料電池電力システム。

【請求項2】

上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの出力側に位置付けられた上記複数の電力コンバータの各々の上記1つまたは複数のパラメータ値の設定により、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの各々の出力側に位置付けられる上記複数の電力コンバータの各々の出力電圧が上記1つの電力コンバータの出力電圧よりも大きくなる請求項1に記載の燃料電池電力システム。

10

【請求項3】

上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの各々の出力側に位置付けられる上記複数の電力コンバータの各々の出力電圧が、上記1つの電力コンバータの出力電圧よりも大きいと、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックが優先的に上記負荷に電力を供給する請求項2に記載の燃料電池電力システム。

【請求項4】

上記1つの電力コンバータの上記1つまたは複数のパラメータ値の設定により、上記負荷により消費される電力量が基準を満たす場合に、上記1つの燃料電池スタックが上記負荷に電力を優先的に供給する請求項1から3のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

20

【請求項5】

上記複数の電力コンバータの出力側が、一緒に接続されて、上記複数の電力コンバータの並列構成を介して負荷に電力が供給される請求項1から4のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

【請求項6】

上記1つの電力コンバータの出力電圧は、上記燃料電池電力システムのインターフェースを介してユーザによって入力された電圧レベルに基づく請求項2に記載の燃料電池電力システム。

【請求項7】

上記コンピューティングデバイスが、さらに、
上記複数の燃料電池スタックの各々について以前に決定された熱電力を保存し、
各燃料電池スタックの保存された熱電力に基づいて、上記複数の燃料電池スタックの各々の健全性のレベルを決定するように構成される請求項1から6のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

30

【請求項8】

上記1つの燃料電池スタックは、上記1つの燃料電池スタックについて決定された健全性のレベルが、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックについて決定された健全性のレベルよりも大きいということに基づいて、上記1つの燃料電池スタックが負荷に優先的に電力を供給する請求項7に記載の燃料電池電力システム。

40

【請求項9】

上記コンピューティングデバイスが、さらに、
それぞれについて決定された健全性のレベルに基づいて上記1つの燃料電池スタックの上記1つまたは複数のパラメータ値をリセットして上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックのうちの1つの燃料電池スタックが優先的に上記負荷に電力を供給するよう構成される請求項7または請求項8に記載の燃料電池電力システム。

【請求項10】

上記1つまたは複数のパラメータ値は、電流制限、電圧設定値、およびオン/オフ設定のうち少なくとも1つを有する請求項1から9のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

50

【請求項 1 1】

各熱電力は、それぞれの燃料電池スタック内のセルの数に基づいてさらに決定される請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

【請求項 1 2】

上記複数の燃料電池スタックおよび上記複数の電力コンバータの電源が入っているときに、上記コンピューティングデバイスに電力を供給するように構成されたバッテリーをさらに有する請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

【請求項 1 3】

それぞれが各電力コンバータの入力側に位置決めされた複数のダイオードと、
1 つのスイッチであって、上記コンピューティングデバイスが当該スイッチを制御して上記コンピューティングデバイスが、電力投入の終了時点で上記バッテリーから電力を受け取らなくなるようす、上記 1 つのスイッチと、
複数の他のスイッチであって、それぞれが上記ダイオードの 1 つと上記コンピューティングデバイスとの間を接続する上記複数の他のスイッチとをさらに有し、
上記コンピューティングデバイスが、上記複数の他のスイッチを制御して、上記コンピューティングデバイスが、上記 1 つまたは複数の燃料電池スタックから電力を受け取り始めるようすようにさらに構成される請求項 1 2 に記載の燃料電池電力システム。

10

【請求項 1 4】

上記複数の電力コンバータがバックブーストコンバータである請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

20

【請求項 1 5】

それぞれが上記燃料電池スタックの各々の異なるものの近くに位置決めされる複数のファンと、
上記複数の燃料電池スタックの各々の入力側および出力側に位置決めされる複数の温度センサであって、当該複数の燃料電池スタックの各々を通る空気の流れに対応する上記複数の温度センサとをさらに有し、
上記コンピューティングデバイスは、上記複数の温度センサからの温度読み取り値に基づいて上記複数のファンの各々の速度を決定するようにさらに構成され、
上記複数のファンの速度は、上記他の燃料電池スタックの各々について決定された熱電力が上記 1 つの燃料電池スタックについて決定された熱電力に、より厳密に一致する場合、実質的に同一である請求項 1 から 1 4 のいずれかに記載の燃料電池電力システム。

30

【請求項 1 6】

複数の燃料電池スタックを有する燃料電池電力システムを操作する方法において、上記燃料電池電力システムは複数の電力コンバータが設けられ、上記複数の電力コンバータの各々が上記複数の燃料電池スタックの各々の異なる 1 つの出力側に位置決めされ、複数の電流センサの各々が上記複数の電力コンバータの各々の入力側に位置決めされ、上記複数の電流センサの各々が電流を決定するように構成され、複数の電圧センサの各々が上記複数の電力コンバータの各々の上記入力側に位置決めされ、上記複数の電圧センサの各々は電圧を決定するように構成され、

上記方法は、

40

上記複数の燃料電池スタックのうちの 1 つの燃料電池スタックの出力側に位置付けられた上記複数の電力コンバータのうちの 1 つの電力コンバータの 1 つまたは複数のパラメータ値を設定して、当該 1 つの燃料電池スタックが優先的に負荷に電力を供給するようすステップと、

上記 1 つの燃料電池スタック、および、上記複数の燃料電池スタックのうちの 1 つまたは複数の他の燃料電池スタックの熱電力であって、当該熱電力の各々が、対応する電力コンバータの入力側において決定される電圧および電流に基づいて決定される、上記熱電力を決定するステップと、

上記 1 つの燃料電池スタックの熱電力が基準を満たしているかどうかを判断するステップと、

50

上記1つの燃料電池スタックの熱電力が基準を満たすという決定に回答して、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの各々の出力側に位置付けられる複数の電力コンバータの各々について1つまたは複数のパラメータ値を設定して、上記1つまたは複数の他の燃料電池スタックの各々について決定された熱電力が、上記1つの燃料電池スタックについて決定された熱電力に、より厳密に一致するようになすステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項17】

機械可読コードを担持する機械可読媒体であって、機械の少なくとも1つのプロセッサによって実行されると、上記機械に請求項16に記載の方法を実行させることを特徴とする機械可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、全般的には、複数の燃料電池スタックが実質的に等しい速度で性能低下することを確実にするように燃料電池スタックおよびその電力コンバータを制御するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池スタックは、1つのセルのカソードが隣接するセルのアノードに電氣的に接続されるように積み重ねられた多数の単一セルで構成される。このようにして、まったく同じ電流が各セルを通過する。効率的な燃料電池電源は、信頼性の高い動作を保証するための適切な温度制御および熱管理を必要とする。たとえば、動作温度が高くなると、生成された水が気化して廃熱が増えることが多く、燃料電池スタックの損傷（膜の乾燥など）や性能低下の悪化のリスクがある。

【0003】

複数の燃料電池スタックは、製造公差とそれぞれの実行方法に基づいて、新品の場合でも動作が異なる。時間の経過とともにスタックは低下するけれども、電気負荷がすべてのスタック間で均等に共有されている場合でも、複数の燃料電池スタックのパフォーマンスはまったく同じ速度で低下することはない。複数のスタックは様々な速度で劣化し、これにより、最も弱い、または最悪動作のスタックが、ますますそれ自体を発動させ、自らを維持するために、他のスタックよりも、その分、顕著に動作しなければならない。このような条件下では、燃料電池スタックは、暴走状態や負のフィードバックループなどでさらに劣化し、スタックが急速に悪化して、構成システムの寿命が劇的に短くなる。ファンからの2倍の空気の流れが寄生電力の4倍のコストになるという二乗関係が存在するため、最も弱いスタックをさらに冷却するだけでは実行可能な解決策にならない。

【発明の概要】

【0004】

複数の燃料電池スタックの発熱を制御するためのシステムおよび方法が開示される。したがって、本開示の1つまたは複数の側面は、熱が平衡されるように複数の電力コンバータを構成するための方法に関する。いくつかの実施例は、上記複数のスタックのうちの1つのスタックの出力側に位置付けられた上記電力コンバータのうちの1つの電力コンバータの1つまたは複数のパラメータ値を設定して、当該1つのスタックが優先的に負荷に電力を供給するようになし、上記1つのスタック、および、上記複数のスタックのうちの1つまたは複数の他のスタックの熱電力（heat power）であって、当該熱電力の各々が、対応する電力コンバータの入力側において決定される電圧および電流に基づいて決定される、上記熱電力を決定し、上記1つのスタックの熱電力が基準を満たしているかどうかを判断し、上記1つのスタックの熱電力が基準を満たすという決定に回答して、上記1つまたは複数の他のスタックの各々の出力側に位置付けられる上記電力コンバータの各々について1つまたは複数のパラメータ値を設定して、上記1つまたは複数の他のスタックの各々について決定された熱電力が、上記1つのスタックについて決定された熱電力

10

20

30

40

50

に、より厳密に一致するようになる。

【0005】

この方法は、機械可読命令によって構成される1つまたは複数のハードウェアプロセッサ、および/または、他の構成要素を有するシステムによって実装される。このシステムは、当該1つまたは複数のプロセッサおよび他のコンポーネントまたはメディアを有し、例えば、その上で、機械可読命令を実行することができる。説明された技術のいずれかの実装は、方法またはプロセス、装置、デバイス、機械、システム、またはコンピュータ可読記憶装置に記憶された命令を含んで良い。

【0006】

本開示の他の特徴および利点は、部分的に、以下の説明および添付の図面に記載される。ここで、本開示の好ましい態様が説明され、また、当業者には、添付の図面と併せて理解される以下の詳細な説明を検討する際に、その一部が明らかになり、また、それを本開示の実施により学ぶことができるであろう。本開示の利点は、添付の特許請求の範囲で具体的に指摘されている手段および組み合わせによって実現および達成することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

具体的な実装の詳細は、添付の図面および以下の説明に記載されている。同様の参照番号は、本明細書全体を通して同様の要素を指して良い。その他の特徴は、図面および特許請求の範囲を含む以下の説明から明らかになるであろう。しかしながら、図面は、例示および説明のみを目的としており、開示の制限をなすことを意図するものではない。

20

【図1】図1は、1つまたは複数の実施例に従う、燃料電池スタックによって生成される熱がバランスされるシステムの例を示す。

【図2】図2は、1つまたは複数の実施例に従う、燃料電池スタックによって生成される熱をバランスするためのプロセスを示す。

【詳細な説明】

【0008】

この出願全体で使用されているように、「良い」(「may」)という言葉は、強制的な意味(つまり、しなければならない)ではなく、許容的な意味(つまり、可能性があることを意味する)で使用される。「含む」(「include」、「includes」、「including」)の用語は、含むけれども、これらに限定されないことを意味する。ここで使用される場合、単数形(「a」、「an」、および「the」)は、文脈が明らかに、そうでないことを指示しない限り、複数形の参照を含む。ここで使用される場合、「数」(「number」)という用語は、1つまたは1より大きい整数(すなわち、複数)を意味する。

30

【0009】

ここで使用される場合、2つ以上の部品または構成要素が「結合されている」(「coupled」)という記述は、リンクが発生する限り、部品が直接または間接的に、すなわち1つまたは複数の中間部品または構成要素を介して結合または一緒に動作することを意味する。ここで使用される場合、「直接結合された」(「directly coupled」)とは、2つの要素が互いに直接接触していることを意味する。

40

【0010】

特に明記しない限り、議論から明らかなように、本明細書全体を通して、「演算」(「processing」)、「計算」(「computing」)、「算出」(「calculating」)、「決定」(「determining」)などの用語を利用する議論は、特殊用途のコンピュータまたは同様の特殊用途の電子処理/コンピューティングデバイスなどの特定の装置の動作またはプロセスを指すことを理解されたい。

【0011】

図1は、マルチスタック燃料電池電力システム5を示し、このマルチスタック燃料電池電力システム5は複数の電力コンバータ20を有し、これら電力コンバータ20は、一度に、一組のスタック10がこれらスタック10のうちの1つのスタック10の熱に従うよ

50

うに構成されている。この1つのスタックは、この時点で、プライムスタックに割り当てられる。また、このスタックには電氣的負荷制限を設定できるけれども（たとえば、変化率を制限するため）、このスタックは効果的に負荷を追従させる。残りのスタックは、達成する熱設定値に基づいて制御されて良く、これは、プライムスタックによって生成される熱量から導き出されて良い。別のその後の時点で、セットの別の1つのスタックが、代わりにプライムスタックとして指定および制御されて良い。

【0012】

いくつかの実施例において、システム5の電力コンバータ20の出力は、スタック10 - 1から10 - n（nは自然数である）が負荷に電力を供給するように並列構成で取り付けられる。いくつかの実施例において、電力コンバータ20は、DC - DC（DC / DC）変換器であり、これは、直流（DC）源をある電圧レベルから別の電圧レベルに変換する電子回路または電気機械装置を有する。例えば、各電力コンバータ20は、DC / DC バックブースト変換器、線形レギュレータ、電圧レギュレータ、電動機発電機、ロータリーコンバータ、またはスイッチモード電源であって良い。いくつかの実施例において、電力コンバータ20の出力は調整される。そして、いくつかの実施例において、負荷に供給される電力は、線形、スイッチド、またはバッテリーベースであって良い。

10

【0013】

いくつかの実施例において、各電力コンバータ20は、各電力コンバータからの出力電力を制御するための、電圧設定値および電流制限などの1つまたは複数のアナログ入力を有する。例えば、電力制御コンポーネント32は、電力コンバータ20 - 2から20 - nが優先的に負荷を電力供給するように、電力コンバータ20 - 2から20 - n（nは自然数である）のそれぞれの電圧を、電力コンバータ20 - 1の電圧設定値より高く設定して良い。この例において、電力制御コンポーネント32は、電力コンバータ20 - 1の電流制限を電力コンバータ20 - 2から20 - nの電流制限よりも高く設定することによって、電力コンバータ20 - 1をプライムスタックとして構成して良い。負荷需要が基準を満たし、したがってシステム5からかなりの量の電力が引き出されている場合、スタック10 - 1と電力コンバータ20 - 1がその過剰な電力需要の供給に関与している可能性がある。しかし、熱推定コンポーネント34は、スタック10のそれぞれから生成される熱電力を決定し得るので、電力制御コンポーネント32は、電力コンバータ20 - 2から20 - nのそれぞれの電流制限を増加させてよく、もって、電力コンバータ20 - 2から20 - nがより多くの電力供給を行うようにできる。いくつかの実装形態において、熱推定コンポーネント34は、これらの熱電力を定期的または不規則に決定して良い。他の実装形態において、熱推定コンポーネント34は、ユーザインターフェース18を介してユーザから受信した要求に基づいてこれらの熱電力を決定して良い。

20

30

【0014】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、電力コンバータ20の出力電流制限および電圧設定値を具体的に制御することによって、1つのスタック10をプライムスタックとして構成することができる。いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、電力サイクルに従うことによって一時的な負荷を供給するためのプライムとしてスタック10を構成して良い。いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、スタック10のどれがプライムスタックとして機能するかを交互に変える。いくつかの実装形態において、複数のスタックがプライムとして動作して良い。これらの場合のいずれにおいても、現在プライムとして動作していない他のスタックは、プライムスタックの発熱に従って、それらの発電を増減させられて良い。

40

【0015】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、最も弱い、または最も不健全なスタック10をプライムスタックとして構成して良い。これらまたは他の実施例において、電力制御コンポーネント32は、最強または最も健全なスタック10をプライムスタックとして構成して良い。通常、プライムスタックは負荷に追従して良い。たとえば、負荷がゼロの場合、プライムスタックと他のすべてのスタックは電力を供給しなくて良

50

い。ただし、負荷が増加すると、プライムスタックの電力コンバータが負荷に追従して良い。つまり、プライムスタックの電力は、負荷に合わせてできるだけ速く上昇して良い。事実上、システム5のすべてのスタック10は、対応して電力を供給することによって負荷に追従することができるけれども、プライムスタックが先導することができ、他のスタックはプライムスタックに追従して良い。ただし、これは、プライムスタック10が、同等に共有されるレベルをオーバーシュートすることを意味しないであろう。プライムスタック10以外のスタック10は、プライムスタックの熱電力（または他の一致するパラメータ）と一致させようとし、後に続くように、プライムスタックに続いて良い。他の例において、負荷からの要求がしきい値を超えるまで、プライムスタックが非アクティブであって良い（他のすべてのスタックがアクティブに電力を供給している間）。

10

【0016】

図1の電子ストレージ22は、情報を電子的に格納する電子記憶媒体を有する。電子ストレージ22の電子記憶媒体は、システム5と一体的に（すなわち、実質的に取り外し不可能である）提供されるシステム記憶装置、および/または、例えば、ポート（例えば、USBポート、ファイアワイヤポートなど）またはドライブ（ディスクドライブなど）を介してシステム5に取り外し可能な、取り外し可能記憶装置を有して良い。電子ストレージ22は、（全体的または部分的に）システム5内の別個のコンポーネントであって良く、または電子ストレージ22は、（全体的または部分的に）システム5の他の1つ以上のコンポーネント（例えば、ユーザインターフェースデバイス18、プロセッサ30など）と一体的に提供されて良い。いくつかの実例において、電子ストレージ22は、プロセッサ30と共にサーバ内および/または他の場所に配置されて良く、このサーバは、ユーザインターフェースデバイス18内の外部リソース24の一部であって良い。電子ストレージ22は、メモリコントローラ、および、1つまたは複数の光学的読み取り可能記憶媒体（例えば、光ディスクなど）、磁氣的読み取り可能記憶媒体（例えば、磁気テープ、磁気ハードドライブ、フロッピードライブなど）、電気チャージベースの記憶媒体（例えば、EPROM、RAMなど）、ソリッドステート記憶媒体（例えば、フラッシュドライブなど）、および/または他の電子的に読み取り可能な記憶媒体を有して良い。電子ストレージ22は、ソフトウェアアルゴリズム、プロセッサ30によって取得および/または決定された情報、ユーザインターフェースデバイス18および/または他の外部コンピューティングシステムを介して受信された情報、外部リソース24から受信された情報、および/または、ここに説明される機能をシステム5が実行できるようにする他の情報を格納することができる。

20

30

【0017】

外部リソース24は、情報源（例えば、データベース、ウェブサイトなど）、システム5に参加する外部エンティティ、システム5の外部の1つまたは複数のサーバ、ネットワーク、電子ストレージ、Wi-Fi技術に関連する機器、Bluetooth（登録商標）技術、データ入力デバイス、電源、送信/受信要素（たとえば、ワイヤレス信号を送信および/または受信するように構成されたアンテナ）、ネットワークインターフェースコントローラ（NIC）、ディスプレイコントローラ、グラフィックス処理ユニット（GPU）、および/またはその他のリソースを含んで良い。いくつかの実装形態において、ここで外部リソース24を根源にする機能の一部またはすべては、システム5に含まれる他のコンポーネントまたはリソースによって提供されて良い。プロセッサ30、外部リソース24、ユーザインターフェースデバイス18、電子ストレージ22、ネットワーク70、および/またはシステム5の他のコンポーネントは、ネットワーク（例えば、ネットワーク）などの有線および/または無線接続を介して互いに通信するように構成されて良く、この接続は、例えば、ネットワーク（ローカルエリアネットワーク（LAN）、インターネット、ワイドエリアネットワーク（WAN）、無線アクセスネットワーク（RAN）、公衆交換電話ネットワーク（PSTN）、セルラーテクノロジー（GSM、UMTS、LTE、5Gなど）、Wi-Fiテクノロジー、他の無線通信リンク（たとえば、無線周波数（RF）、マイクロ波、赤外線（IR）、紫外線（UV）、可視光、cmW

40

50

ave、mmWaveなど)、基地局、および/または他のリソースである。

【0018】

システム5のユーザインターフェースデバイス18は、1人または複数のユーザとシステム5との間のインターフェースを提供するように構成されて良い。ユーザインターフェースデバイス18は、1人または複数のユーザに情報を提供したり、および/または、1人または複数のユーザから情報を受信するように構成される。ユーザインターフェースデバイス18は、ユーザインターフェースおよび/または他の構成要素を含む。ユーザインターフェースは、システム5の特定の機能に関して入力および/または選択を受け取るように構成されたビューおよび/またはフィールドを提示するように構成され、および/または他の情報を提供および/または受信するように構成されたグラフィカルユーザインターフェースであって良い。いくつかの実施例において、ユーザインターフェースデバイス18のユーザインターフェースは、プロセッサ30、および/または、システム5の他の構成要素に関連する複数の別個のインターフェースを含んで良い。ユーザインターフェースデバイス18に含めるのに適したインターフェースデバイスの例は、タッチスクリーン、キーパッド、タッチセンシティブおよび/または物理的ボタン、スイッチ、キーボード、ノブ、レバー、ディスプレイ、スピーカー、マイク、インジケータライト、可聴アラーム、プリンター、および/または他のインターフェースデバイスを含む。本開示は、また、ユーザインターフェースデバイス18がリムーバブルストレージインターフェースを含むことを考慮している。この例において、情報は、ユーザがユーザインターフェースデバイス18の実装をカスタマイズすることを可能にするリムーバブルストレージ(例えば、スマートカード、フラッシュドライブ、リムーバブルディスク)からユーザインターフェースデバイス18にロードされて良い。

10

20

【0019】

いくつかの実施例において、ユーザインターフェースデバイス18は、システム5にユーザインターフェース、計算処理能力、データベース、および/または電子ストレージを提供するように構成される。したがって、ユーザインターフェースデバイス18は、システム5における、プロセッサ30、電子ストレージ22、外部リソース24、および/または他のコンポーネントを含んで良い。いくつかの実施例において、ユーザインターフェースデバイス18は、ネットワーク(例えば、インターネット)に接続されている。いくつかの実施例において、ユーザインターフェースデバイス18は、システム5における、プロセッサ30、電子ストレージ22、外部リソース24、および/または他のコンポーネントを含まないけれども、代わりに、専用回線、バス、スイッチ、ネットワーク、または他の通信手段と通信する。通信は、無線または有線であって良い。いくつかの実施例において、ユーザインターフェースデバイス18は、ラップトップ、デスクトップコンピュータ、スマートフォン、タブレットコンピュータ、および/または他のユーザインターフェースデバイスであって良い。

30

【0020】

データおよびコンテンツは、通信インターフェース(例えば、有線回線、バスなど)、および、種々のメディア配信プラットフォームに対応する多くの通信プロトコルのいずれか1つを使用する通信経路を介して、システム5の様々な構成要素間で交換されて良い。

40

【0021】

いくつかの実施例において、プロセッサ30は、ユーザデバイス、家庭用電化製品デバイス、携帯電話、スマートフォン、パーソナルデータアシスタント、デジタルタブレット/パッドコンピュータ、ウェアラブルデバイス(例えば、時計)、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、ノートブックコンピュータ、ワークステーション、サーバ、高性能コンピュータ(HPC)、車両コンピュータ、ゲームまたはエンターテインメントシステム、セットトップボックスまたはその他のデバイスに属して良い。したがって、プロセッサ30は、システム5において情報処理能力を提供するように構成される。プロセッサ30は、マイクロプロセッサ、デジタルプロセッサ、アナログプロセッサ、情報を処理するように設計されたデジタル回路、情報を処理するように設計されたアナロ

50

グ回路、ステートマシン、および/または情報を電子的に処理するための他のメカニズムのうちの一つまたは複数を有して良い。図1においてプロセッサ30は単一のエンティティとして示されているけれども、これは説明のみを目的としている。いくつかの実施例において、プロセッサ30は、複数の処理ユニットを有して良い。これらの処理ユニットは、同じデバイス(例えば、サーバ)内に物理的に配置されて良く、またはプロセッサ30は、協調して動作する複数のデバイス(例えば、一つまたは複数のサーバ、ユーザインターフェイスデバイス18、外部リソース24の一部であるデバイス、電子ストレージ22、および/または他のデバイス)の処理機能を表して良い。

【0022】

図1に示されるように、プロセッサ30は、一つまたは複数のコンピュータプログラムコンポーネントを実行するように機械可読命令を介して構成される。コンピュータプログラム構成要素は、電力制御コンポーネント32、熱推定コンポーネント34、冷却制御コンポーネント36、スイッチ制御コンポーネント38、バルブ制御コンポーネント39、および/または他のコンポーネントのうちの一つまたは複数を有して良い。プロセッサ30は、以下によってコンポーネント32、34、36、38、および/または39を実行するように構成されて良く、これは、ハードウェア;ファームウェア;ソフトウェア、ハードウェア、および/またはファームウェアのいくつかの組み合わせ;および/またはプロセッサ30上で処理能力を構成するための他のメカニズムであって良い。

【0023】

図1においてコンポーネント32、34、36、38、および39がともに単一のプロセッシングユニット内に位置付けられているけれども、プロセッサ30が複数の処理ユニットを含む実施例においては、コンポーネント32、34、36、38、および/または39のうちの一つまたは複数は、他のコンポーネントから離れて配置されて良いことに留意されたい。例えば、いくつかの実施例において、プロセッサコンポーネント32、34、36、38、および39のそれぞれは、別個の別個のプロセッサのセットを有して良い。以下に説明する種々のコンポーネント32、34、36、38、および/または39によって提供される機能の説明は、説明を目的としたものであり、コンポーネント32、34、36、38、および/または39は、説明されているよりも多くの、または少ない機能を提供して良い。たとえば、コンポーネント32、34、36、38、および/または39の1つまたは複数を削除でき、その機能の一部またはすべてを他のコンポーネント32、34、36、38、および/または39によって提供して良い。他の例として、プロセッサ30は、コンポーネント32、34、36、38、および/または39のうちの一つに起因する以下の機能のいくつかまたはすべてを実行し得る一つまたは複数の追加のコンポーネントを実行するように構成されて良い。

【0024】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、スタック10の様々な異なる組み合わせが負荷に電力を供給するのに利用されるように、スタック10の量およびシステム5で現在動作している具体的なスタック10を決定して良い。例えば、電力制御コンポーネント32および熱推定コンポーネント34は、負荷を供給するために動作している電力コンバータ20の構成の作成をもたらして良い。この例または他の例において、負荷がスタック10-1、10-2、...10-nの一つまたは複数から電力を消費するように複数のスイッチを構成して良い。いくつかの実施例において、負荷は複数の負荷ユニットを有する。

【0025】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、各電力コンバータ20の一つまたは複数のパラメータ値を識別し、自動的に決定するように構成されて良い。これらのパラメータ値は、電流制限、電圧設定値、オン/オフ設定、および別の適切な制御信号のうち少なくとも一つを有して良い。これらのパラメータ値を制御することにより、電力コンバータ20は、電力制御コンポーネント32による完全な電力制御下に置かれて良い。いくつかの実施例において、電力コンバータ20は、ユーザインターフェイス18

10

20

30

40

50

を介して受信され、電力制御コンポーネント 3 2 からの電圧制御信号を介してそれぞれの電力コンバータ 2 0 に通信される所望の入力電圧に基づいて、それら自体の出力電圧を決定して良い。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント 3 2 は、システム 5 の各電力コンバータ 2 0 の最大電流制限および / または電圧設定値を設定することができる。例えば、電力コンバータ 2 0 - 1 は、4 8 ボルト (V) で電力を供給するように設定することができ、また、1 つまたは複数の電力コンバータ 2 0 - 2 から 2 0 - n は、4 9 V で電力を供給するように設定されて良い。ただし、これは制限を意図したのではなく、1 つまたは複数の電力コンバータのそれぞれが個別に設定され、したがって、別個の潜在的に異なる電流および / または電圧に設定されて良い。

10

【 0 0 2 7 】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント 3 2 は、1 つまたは複数のスタック 1 0 がプライムスタックとして動作するように、1 つまたは複数の電力コンバータ 2 0 を構成して良い。いくつかの実装形態において、電力制御コンポーネント 3 2 は、ユーザインターフェースデバイス 1 8 を介して、システム 5 のプライムスタックの電圧設定を入力として受け取って良い。次に、電力制御コンポーネント 3 2 は、受け取った電圧に基づいて、当該スタックに関連する電力コンバータの出力電圧を構成して良く、システム 5 の他のすべてのスタックに関連付けられている電力コンバータの出力電圧を、プライムスタックに関連付けられている出力電圧よりもわずかに高い電圧に構成して良い。この構成により、他のスタックが優先的に供給を行う。つまり、プライムスタック 1 0 は、他のスタック 1 0 よりも低い設定値を持つことにより、他のスタック 1 0 が最初に供給を行う。ただし、プライムスタックの電力コンバータ 2 0 の電流制限を他のスタックの電力コンバータ 2 0 の電流制限よりも高く設定することによって、プライムスタックの電力コンバータは、引き抜かれる余分な負荷がある場合、容易に、より多くの電流を負荷に供給して良い。

20

【 0 0 2 8 】

いくつかの実装形態において、電力制御コンポーネント 3 2 は、プライムスタックが熱くなりすぎるまで優先的に電力を供給するように、プライムスタック 1 0 に関連付けられた電力コンバータ 2 0 を制御して良い。つまり、プライムスタックは負荷に追従するように構成されて良い。プライムスタック 1 0 が熱くなりすぎると、他のスタック 1 0 は、それらの電力コンバータの制御を介して、プライムスタックの温度を下げるために負荷の一部を支援および取り除くように構成されて良い。したがって、各スタック 1 0 は、プライムスタックとなるように順番に制御されて良い。この制御戦略によって、システム 5 のいくつかの実施例は、弱いスタックが使い果たされるのを回避することができる。弱いスタックがプライムである場合、それはより速く熱くなる可能性があるため、他のスタックはより早い支援のためにアクティブ化するように制御されて良い。

30

【 0 0 2 9 】

いくつかの実施例において、すべてのスタック 1 0 が等しい割合の電気負荷を供給するように求められるのではなく、1 つのスタック 1 0 がプライムスタックとして割り当てられて良い。これにより、パフォーマンスの高いスタックが他のスタックよりもわずかに懸命に動作して良く、このため、劣化がすべてのスタックに均等に分散される。さらに、それらは同じ熱を生成している可能性があるため、同じ冷却を必要とし、したがって同じ冷却流 (たとえば、ガス、空気、液体、または別の媒体を介して) で動作して良い。

40

【 0 0 3 0 】

燃料電池が稼働しているとき、水素の電解酸化は電圧を生成し、それが電流を駆動して有用な電力を供給する。ただし、この生成は完全には効率的ではないため、廃熱が発生する。熱推定コンポーネント 3 4 は、熱電力 (heat power) の推定を実現するための計算を実行して良い。いくつかの実施例において、熱電力は、有用に電気に変換されず、したがって代わりに熱に変換される反応 (すなわち、水素の酸化によって水を生成することによって燃料電池で生じる可逆的電気化学反応) からの電力であって良い。この熱

50

電力 (P_{heat}) は、次の式を使用して生成されて良い。

【数 1】

$$P_{heat} = \left(N_{cells} \left\{ \frac{\Delta_c H_{LHV} M_{H_2} s_{H_2}}{z F} \right\} - V_{stack} \right) I \quad (1)$$

【0031】

この式において、 N_{cells} はスタック内のセル（例えば、プロトン交換膜（PEM）燃料セル）の数であり、 $\Delta_c H_{LHV}$ は水素の燃焼熱（LHV）であり、キログラム（kg）あたりのメガジュール（MJ）で測定され、 M_{H_2} は水素の分子量であり、1モルあたりのグラム数（g）で測定され、 s は反応で使用/生成された種の数（水素消費量など）、 z は反応で使用された電子の数（例えば、2）、 F はファラデー定数であり、モルあたりのクーロン（C）で測定され、 V_{stack} はスタックの出力電圧設定値であり、電圧センサ40によって測定され、 I はスタックから引き出された現在の電流であり、電流センサ50によって測定される。上の式1は、定数をそれぞれの値に置き換えることにより、次の式に簡略化されて良い。

【数 2】

$$P_{heat} = (1.253169873 N_{cells} - V_{stack}) I \quad (2)$$

値1.253169873は、理想的な低位発熱量（LHV：Lower Heating Value）電圧と考える良い。

【0032】

いくつかの実施例において、熱推定コンポーネント34は、スタックの推定された健全性に基づいてプライムスタック10を選択する全体的な戦略を実施して良い。例えば、熱推定コンポーネント34は、各スタック10の以前に決定された熱パワーを記憶し、各スタックの記憶された（すなわち、過去の）熱パワーに基づいて各スタック10の健康レベルを決定するように構成されて良い。この例または他の一例において、熱推定コンポーネント34からの1つまたは複数の値を使用する電力制御コンポーネント32は、プライムスタック（例えば、10-1）に関連する電力コンバータ（例えば、20-1）のパラメータ値を再セットし、他の1つのスタック（たとえば、10-2から10-nの内の1つ）に関連付けられた他の電力コンバータ（たとえば、20-2から20-nの内の1つ）のパラメータ値を、それぞれの決定された健全性のレベルに基づいて、再セットして、当該他のスタックが優先的に負荷に電力供給するように構成されて良い。したがって、電力制御コンポーネント32および熱推定コンポーネント34は、プライムスタックの当該変更を構成してよく、その結果、他のスタックが現在より速い速度で劣化する可能性がある（たとえば、それぞれの電力コンバータの構成を介して、作動させることにより、当該他のスタックは、当該他のスタックがそのパラメータ値を再セットするように選択されていない場合よりも、高温になる）。

【0033】

プロセッサ30は、電子ストレージ22から値をロードして良く、プロセッサ30は、最適値を学習し、次にこれらの新しい値を電子ストレージ22に格納して良い。これらの値は、熱電力、電力コンバータ20を制御するためのパラメータ値、冷却装置60を制御するための値、センサ55、56、40、41、50、51、および/または1つ以上の他のデバイスからの値、電源投入後の合計稼働時間、生成された合計エネルギー、および/または別の適切な値を含んで良い。これらの値の1つまたは複数は、起動時に電子ストレージ22から読み取って良い。一旦実行されると、プロセッサ30は、これらの値を電子ストレージ22または別の宛先に記録して良い。

【0034】

いくつかの実施例において、冷却制御コンポーネント36は、一組のファン、インペラ

、および/またはポンプのそれぞれに制御信号を送って良い。いくつかの実施例において、冷却制御コンポーネント36は、サーミスタ55~56からの出力値を使用して、冷却装置60を制御して良い。そのため、ファンの制御は熱電力に大きく依存して良く、これは、ファンが冷却する必要のある熱である。例えば、電力制御コンポーネント32および熱推定コンポーネント34が一緒に使用されてプライムスタック10の熱電力を一致させることにより、冷却制御コンポーネント36は、温度センサ55~56を使用して空気流およびファン制御を効果的に一致させることができる。ファンの出力は空気の流れと二乗関係にあるため、最も効率的な(そして最も静かな)ポイントは、空気の流れが一致している場合である。サーミスタ55(例えば、55-1、55-2、...、55-n)のそれぞれは、スタック10の前、例えば、空気流導管またはその近くに配置して良い。そして、サーミスタ56のそれぞれ(例えば、56-1、56-2、...、56-n)は、スタック10の後に、例えば、空気流導管の別の端に配置されて良い。冷却装置60(例えば、60-1、60-2、...、60-n)は、空気、水素、および/または水蒸気を排出して良い。システム5のいくつかの実施例は、スタック10を1つの気流、1つのボックス中に配置し、および/または、1つの水素供給がそこに行くようにして、製造コストを削減することができる。

10

【0035】

既知の燃料電池スタック冷却システムは、スタックごとに、固定された最大空気流を有する。したがって、システムが複数のユニットを具備して、ユニットのそれぞれが同じ空気流で、最大電力で稼働するならば、各スタックは同じ量の熱に耐える必要がある。負荷からの電力需要がこの最大値を超える場合、スタックがさらに高温になる可能性があるけれども、これらのスタックには、その過剰な熱を分散させる手段がなく、損傷のリスクが高くなり、寿命が短くなる。いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、スタック10のそれぞれが必要とする冷却量が釣り合うように電力コンバータ20を制御する。したがって、いくつかの実施例において、均一に動作する(例えば、ファンを使用する場合、ほぼ同じ量の空気流を通過させる)冷却装置60を有して良く、これは、より高く動作する1つの冷却装置およびこれより低く動作する他の冷却装置による消費よりも低い寄生電力消費を引き起こす(つまり、支配方程式の非線形項が機能する態様のため)。したがって、非最大電力であっても、システム5のいくつかの実施例は、スタック10のそれぞれによって生成される同じ量の熱のために同じ冷却(例えば、同じまたは同様のファン速度で動作する)を有して良く、その結果、寄生電力消費が最小である。したがって、システム5のいくつかの実施例は、ファンの速度のバランスをとることができる。

20

30

【0036】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント32は、各電力コンバータ20を制御して良く、熱推定コンポーネント34は、各スタック10の温度を監視して良い。この組み合わせられたアプローチにより、電力制御コンポーネント32は、1つのスタックが熱くなりすぎた場合に、このスタック10からの発熱を減少させることができる。例えば、電力制御コンポーネント32は、1つのスタックからこのような減少を引き起こすために、1つまたは複数の他のスタック10からの発熱の増加を制御させて良く、これにより、効果的に熱電力のバランスをとる。この例または他の例において、電力制御コンポーネント32および熱推定コンポーネント34は、1つのスタック10を、プライムスタックまたは寄生負荷に電力を供給するスタックとして、別のスタック10と交換することによって、当該1つのスタック10から発生する熱のバランスをとることができる。ヒートスタック10がさらされる、または実行時の温度は、その劣化に比例する可能性があり、その結果、それが高温になるほど、それが受ける可能性のある劣化が大きくなる。したがって、電力制御コンポーネント32および熱推定コンポーネント34のいくつかの実施例は、複数のスタック10間の熱を動的にバランスさせることによって、その劣化を制御および低減することができる。

40

【0037】

プロセッサ30のいくつかの実施例は、バランシングアルゴリズムを有して良く、これ

50

は実装のために電力を必要とする。例えば、起動段階の間、プロセッサ 30 は、閉じたスイッチを介してバッテリー 16 から電力を得て良い。すなわち、電源がオンになると、負荷および/またはプロセッサ 30 は、バッテリー 16 から電力を消費し得る。例えば、システム 5 は、スイッチ制御コンポーネント 38 によって制御されるスイッチを有して良く、もって、電力投入フェーズの終わりに、スイッチを開放して、プロセッサ 30 がバッテリーから電力を受け取らなくなるようにする。すなわち、この例、または他の例において、システム 5 は、スイッチ制御コンポーネント 38 によって制御される複数の他のスイッチを有して良く、もって、当該他のスイッチを閉じて、電源投入フェーズの終了時に、プロセッサ 30 が複数のスタック 10 - 1、10 - 2、... 10 - n のうちの 1 つまたは複数から電力を取得開始するようになる。これらの他のスイッチのそれぞれは、ダイオード 45 の 1 つとプロセッサ 30 との間に接続されて良い。いくつかの実施例において、スイッチ制御コンポーネント 38 は、スタック 10 が寄生負荷を共有するように当該他のスイッチを構成して良い。他の実施例において、スイッチ制御コンポーネント 38 は、スタック 10 の 1 つが寄生負荷に電力を供給するように当該他のスイッチを構成して良い。これらの他の実施例において、スイッチ制御コンポーネント 38 は、寄生負荷に電力を供給するのに使用されるスタックおよび電力コンバータの組み合わせを交番させるように、当該他のスイッチを構成して良い。

10

【0038】

システム 5 のいくつかの実施例は、これらの電圧レベルを冷却装置 60 に供給するスタックを交番させるためのスイッチを有して良い。したがって、1 つのスタック（例えば、10 - 1）は、そのような機器、例えば、200 ワット（W）を消費する可能性がある機器に電力を供給するために使用され得るので、この 1 つのスタックは、他のスタック 10 よりも速く劣化し得る。したがって、いくつかの実施例において、冷却制御コンポーネント 36、スイッチ制御コンポーネント 38、および/または電力制御コンポーネント 32（すなわち、電力コンバータ 20 のパラメータ設定を介して）は、複数のスタック 10 において、冷却装置 60 への電力供給を回転シフトさせて良い（例えば、次に、他のスタック 10 - 2 がスタック 10 - 1 から引き継いで、この寄生負荷に電力を供給する）。システム 5 にとって、各スタックからの電力をよりよく制御するために、スタック 10 ごとに少なくとも 1 つの電力コンバータ 20 を有することは、本開示の重要な側面である。

20

【0039】

スタック 10 の総数および具体的なスタックは、プロセッサ 30 によって制御可能であって良い。いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント 32 は、スイッチをオンおよび/または遮断することによって、当該総数および具体的なスタックを決定して、もって、スタック 10 の種々の異なる組み合わせがプロセッサ 30 への電力供給に利用され得るようになる。いくつかの実装形態において、電力線は、ダイオード 45 の出力から一組のスイッチを介してプロセッサ 30 まで延びて良い。この例、または他の例において、電力線は、電力コンバータ 20 の出力（または電流センサ 51 の出力）からスイッチを介してプロセッサ 30 へと延びて良い。いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント 32 は、寄生負荷（例えば、プロセッサ 30 および他のコンポーネント、例えば、冷却装置 60、センサ 55、56、40、41、50、51、および/または 1 つまたは複数の他の装置における電力消費）の共有を決定する。

30

40

【0040】

いくつかの実施例において、複数のダイオード（例えば、45 - 1、45 - 2、... 45 - n）のそれぞれは、各電力コンバータ 20 の入力側またはその近くに配置されて良い。

【0041】

いくつかの実施例において、システム 5 は、一組の電流センサ（例えば、50 - 1、50 - 2、... 50 - n）を有して良く、これらはそれぞれが各電力コンバータ 20 の入力側に配置され、当該電流センサ 50 の各々は、それぞれのセンサを流れる電流を決定するように構成される。いくつかの実施例において、システム 5 は、他のセットの電流センサ（例えば、51 - 1、51 - 2、... 51 - n）を有して良く、これらのそれぞれが各電力コ

50

ンバータ 20 の出力側に配置され、当該電流センサ 51 の各々は、それぞれのセンサを流れる電流を決定するように構成される。いくつかの実施例において、システム 5 は、各燃料電池スタック 10 の出力側またはその近くに一組の電圧センサ（例えば、40 - 1、40 - 2、... 40 - n）を有して良く、各電圧センサ 40 は、それぞれ設置されている場所において相対的な電圧を決定するように構成される。いくつかの実施例において、システム 5 は、他の電圧センサ 41 を有して良く、これは複数の電力コンバータ 20 の共通化され並列化された出力側に配置され、電圧センサ 41 は、その設置場所に対する電圧を決定するように構成される。電圧感知デバイス 40 ~ 41 のそれぞれは、電圧計、アナログマルチメータ、デジタルマルチメータ、または、電圧（すなわち、電位）を測定し、その読み取り値をプロセッサ 30 に送信するように構成された他のデバイスであって良い。

10

【0042】

いくつかの実施例において、電力制御コンポーネント 32 は、プライムスタック 10 によって生成される熱量が基準を満たすときに、1つまたは複数の電力コンバータ 20 の電流制限および電圧設定値のうちの一つまたは複数を増加させて良い。これらの実施例または他の実施例において、電力制御コンポーネント 32 は、プライムスタックによって生成される熱量が基準を満たすときに、1つまたは複数の電力コンバータ 20 の電流制限および電圧設定値のうちの一つまたは複数を減少させて良い。いくつかの実施例において、複数の燃料電池スタック 10 の熱電力は、電力コンバータ 20 間の電力設定（例えば、電流、電圧など）のバランスをとることによって一致させて良い。

【0043】

20

いくつかの実施例において、多くのスタック 10 が使用される場合、いくつかの実施例は、負荷に優先的に電力を供給するようにいくつかのスタック 10 を構成して良く、その間、例えば、1つ（または複数）の他のスタック 10 が非アクティブであって良い。例えば、電力制御コンポーネント 32 は、1つまたは複数のスタック 10 - 2 から 10 - n からの発電を増加させて良い。この例または他の例において、電力制御コンポーネント 32 は、1つまたは複数のスタック 10 - 2 から 10 - n からの発電を減少させて良い。つまり、スタック 10 - 2 から 10 - n および電力コンバータ 20 - 2 から 20 - n を介して優先的に電力を供給することにより、プライムスタック 10 - 1 および電力コンバータ 20 - 1 を介して供給される電力を少なくして良い。いくつかの実装形態において、電力コンバータ 20 - 2 から 20 - n を使用して引き出される電力は、電力コンバータ 20 - 2 ~ 20 - n のそれぞれにそれぞれ関連するスタック 10 - 2 から 10 - n のそれぞれで生成される熱量が、電力コンバータ 20 - 1 に関連するスタック 10 - 1 で生成される熱量に近づくか同じになるように調整されて良い。例えば、電力制御コンポーネント 32 は、スタック 10 - 2 から 10 - n の熱が上昇してスタック 10 - 1 の熱と釣り合うか一致するように、電力コンバータ 20 - 2 から 20 - n の一つまたは複数のパラメータ値を設定して良い。他の例において、電力制御コンポーネント 32 は、スタック 10 - 2 から 10 - n の熱が低下してスタック 10 - 1 の熱と釣り合うか一致するように、電力コンバータ 20 - 2 から 20 - n の一つまたは複数のパラメータ値を設定して良い。

30

【0044】

いくつかの実施例において、熱推定コンポーネント 34 は、燃料電池スタック 10 のそれぞれがどれだけの熱を供給しているかを決定して良い。スタック 10 - 1 がプライムと指定される場合、電力制御コンポーネント 32 は、熱推定コンポーネント 34 による決定に基づいて、1つまたは複数の他のスタック 10 - 2 から 10 - n から少なくとも公称量以上の熱を引き出して良い。例えば、これを達成するために、電力制御コンポーネント 32 は、1つまたは複数の電力コンバータ 20 - 2 から 20 - n に関して、最大電流引き込み限界の増加を引き起こして良い。

40

【0045】

いくつかの実施例において、熱に追従するスタック 10 は、必ずしもプライムスタックと同じシステムの一部である必要はない。いくつかの実装形態において、互いに隣接してマウントされたスタックシステムがもう一つある場合がある。この実装では、一つのスタ

50

ックシステムがプライムスタックとして機能し、残りのスタックシステムがそれに追従して良い。これは、たとえば、単一の冷却ファン/ポンプが複数のスタックへの冷却フローを制御する場合など、すべてのスタックシステムに関して経験される冷却フローが同一である場合に有益である。いくつかの実施例において、冷却制御コンポーネント36は、冷却活動が発生する導管を介して、またはそれに関連して、冷却の差異を自然にバランスさせることによって、温度に基づく制御戦略を実施して良い。

【0046】

いくつかの実施例において、制御戦略により、熱に追従するスタック10のすべてが、同一の熱ポイントを満たすようになり、これはプライムスタックによって生成される熱である。いくつかの実装形態において、長時間の操作の後、このアプローチは望ましくない場合がある。例えば、熱追従する複数のスタック10は、異なる条件を経験し、異なるレベルの（例えば、可逆的な）一時的または永久的な性能損失（例えば、乾燥または別の故障状態による）を引き起こす可能性がある。この例または他の例において、熱追従するスタック10の少なくとも1つにための熱設定値へのオフセットまたはスケールが、スタックが性能損失から回復することを可能にするであろう。

10

【0047】

プライムスタックは、熱追従するスタック10よりも高い過渡負荷にさらされるため、劣化が速くなるか、または状態が良くなるであろう。摩耗/状態の平準化を確実にするために、電力制御コンポーネント32および/または熱推定コンポーネント34は、どのスタックがプライムスタックであるかを定期的に再割り当てして良い。これらの再割り当ては、経過時間に基づく場合もあれば、標準化されたテストでの現在のプライムスタックのパフォーマンスなどの他の計測値に基づいても良い。

20

【0048】

いくつかの実施例において、各スタック10からの電圧出力は、電流引き込みに応じて変化し得る。たとえば、負荷が接続されていない場合、分極チャートに基づいて、スタックのセルは1.0ボルト(V)で動作する可能性がある。また、例えば、数アンペア(A)を引き出す負荷がかかる場合、スタック10の電圧はセルあたり0.65Vになる可能性がある。例えば、燃料電池の各スタック10は、無負荷で48V（または24Vまたは別の適切な電圧、すなわち、当該用途に応じて）を出力して良い。

【0049】

いくつかの実施例において、電流センサ51を使用して、電力コンバータ20が適切に機能していることを確認して良い。これらの実施例、または他の実施例において、電流センサ51を使用して、出力電力および/または電力コンバータの電力損失を計算して良い。いくつかの実施例において、電流センサ51は、電流センサ50が存在しないシステムを除いて、開示された熱追跡アプローチに使用しなくて良い。電流センサ50が存在しないこれらの後者の実施例において、電力コンバータ20の出力電力は、電圧センサ41で測定された電圧に電流センサ51で測定された出力電流を乗算することによって決定されて良い。この出力電力および電圧センサ40で測定された入力電圧は、具体的な電力コンバータの効率を想定して、スタック10の電流を推定して良い。

30

【0050】

いくつかの実施例において、システム5は、ソフトウェアベースのオブザーバー(SBO)またはハードウェアベースのオブザーバー(HBO)安全回路(図示せず)を有して良い。この回路はプロセッサまたはマイクロコントローラであって良く、信号を監視し、安全関連の障害がないか、これらをセンスチェックするために使用される。たとえば、制御ソフトウェア全体が同一品質であることを証明、文書化、または作成される必要はなくて良い。監視される信号は、燃料/水素入口圧力、プリント回路基板(PCB)温度、および/または空気の流れを示すために使用されるスタック10全体の差圧を含んで良い。これらは、他の機能の中でもとりわけ、過熱、熱不足、低気流、過圧、およびバルブが閉じられたときの圧力上昇を捕捉して良い。

40

【0051】

50

いくつかの実施例において、電力コンバータ 20 は、任意の入力電圧（例えば、20 から 60 V、9 から 60 V の範囲、または他の適切な範囲の範囲）をサポートして良い。いくつかの実施例において、電力コンバータ 20 は、任意の出力電圧（例えば、約 48 V、約 24 V、または他の適切な電圧）をサポートして良い。いくつかの実施例において、電力コンバータ 20 は、任意の電流引き込み（例えば、約 40 A、または他の適切なアンペア数）をサポートして良い。いくつかの実施例において、他の電力コンバータ（図示せず）が、入口弁、パージ弁、ルーバモーター、ここに開示される種々のセンサ、プロセッサ 30、および SBO 回路に電力を供給するための種々の出力電圧（例えば、5.0 V および 3.3 V）をサポートして良い。いくつかの実施例において、バルブ制御コンポーネント 39 は、これらのバルブ（図示せず）のうちの 1 つまたは複数を制御するように構成されて良い。したがって、プロセッサ 30 は、プラント・バランス（BOP）を制御するか、さもなければインターフェースするように構成されて良く、BOP は、負荷にエネルギーを供給するために必要とされる、システム 5 のすべてのサポートコンポーネントおよび補助システム（例えば、スタック 10 および電力コンバータ 20 を、除く）を指す。

【0052】

いくつかの実施例において、電力コンバータ 20 - 1 は、システム 5 内の他の電力コンバータ（例えば、20 - 2 から 20 - n）と完全に同じである。これらの実施例または他の実施例において、電力コンバータ 20 - 1 は、システム内の他の電力コンバータ 20 のうちの少なくとも 1 つと異なる。

【0053】

いくつかの実施例において、外部リソース 24 および/またはユーザインターフェースデバイス 18 は、通信用のインターフェース（図示しない）をさらに有して良く、これは、例えば、ユーザ通信、システム間通信、および診断のためのコントローラエリアネットワーク（CAN）、並びに、セル電圧情報と温度測定を提供するための内部通信のためのスタックインターフェースボード（SIB）である。

【0054】

図 2 は、1 つまたは複数の実施例に従う、熱の管理に基づく複数の燃料電池の負荷均衡のための方法 100 を示している。方法 100 は、1 つまたは複数のコンピュータプロセッサおよび/または他のコンポーネントを有する含むコンピュータシステムを用いて実行して良い。プロセッサは、コンピュータプログラムコンポーネントを実行するための、マシン読み取り可能な命令によって構成される。以下に示す方法 100 の動作は、例示を目的としている。いくつかの実施例において、方法 100 は、記載されていない 1 つまたは複数の追加の動作を用いて、および/または議論された 1 つまたは複数の動作を伴わずに達成されて良い。さらに、図 2 において図説され、以下に説明される、方法 100 の動作の順序は、限定することを意図するものではない。いくつかの実施例において、方法 100 は、1 つまたは複数の処理デバイス（例えば、デジタルプロセッサ、アナログプロセッサ、情報を処理するように設計されたデジタル回路、情報を処理するように設計されたアナログ回路、ステートマシン、および/または、情報を電子的に処理するための他のメカニズム）に実装されて良い。処理装置は、電子記憶媒体に電子的に記憶された命令に回答して、方法 100 の動作のいくつかまたはすべてを実行する 1 つまたは複数の装置を含んで良い。処理装置は、方法 100 の 1 つまたは複数の動作を実行するために特別に設計されるように、ハードウェア、ファームウェア、および/またはソフトウェアを介して構成された 1 つまたは複数の装置を含んで良い。

【0055】

方法 100 の動作 102 において、複数の燃料電池スタックのうちの 1 つの出力側に配置された 1 つの電力コンバータのパラメータ値は、1 つのスタックが優先的に負荷に電力を供給するように設定されて良い。一例として、電力制御コンポーネント 32（図 1 に示され、ここに記載される）は、1 つの電力コンバータの電圧レベル、電流制限を設定し、および/または、これをターンオンして、もって、当該電力コンバータに関連付けられた 1 つのスタック（例えば、10 - 1）がプライムスタックとして動作するようにして良い

10

20

30

40

50

。この例、または他の例において、電力制御コンポーネント 3 2 (図 1 に示され、ここに記載される) は、他の電力コンバータ (例えば、2 0 - 2 から 2 0 n) の各々の電圧レベル、電流制限を設定し、および / または、これをターンオンして良い。いくつかの実施例において、動作 1 0 2 は、電力制御コンポーネント 3 2 と同じまたは類似の他のプロセッサコンポーネントによって実行される。

【 0 0 5 6 】

方法 1 0 0 の動作 1 0 4 において、当該 1 つのスタックおよび当該複数のスタックの 1 つまたは複数の他のスタックの熱電力は、それぞれの電力コンバータの入力側で決定され得る電圧および電流に基づいて決定されて良い。一例として、スタック 1 0 の熱電力は、(上述のように) 式 1 または式 2 を使用して決定して良い。この例において、複数のスタック 1 0 のそれぞれは、その出力側に 1 つの電力コンバータ 2 0 を具備して良い。いくつかの実施例において、動作 1 0 4 は、熱推定コンポーネント 3 4 (図 1 に示され、ここに記載される) と同じまたは類似のプロセッサコンポーネントによって実行される。

10

【 0 0 5 7 】

方法 1 0 0 の動作 1 0 6 において、1 つのスタックの熱電力は、それが 1 つまたは複数の基準を満たすかどうかに関して決定されて良い。例として、スタック 1 0 - 1 の熱電力をしきい値と比較して良い。この熱電力が閾値から違背した場合、動作 1 0 8 を実行して良い。そうでなく、この熱電力が閾値以下である場合、動作 1 0 4 が再び実行されて良い。いくつかの実施例において、動作 1 0 6 は、熱推定コンポーネント 3 4 (図 1 に示され、ここに記載される) と同じまたは類似のプロセッサコンポーネントによって実行される。

20

【 0 0 5 8 】

方法 1 0 0 の動作 1 0 8 において、1 つまたは複数の他のスタックの出力側に配置された各電力コンバータのパラメータ値は、当該 1 つまたは複数の他のスタックのそれぞれについて決定された熱電力が当該 1 つのスタックについて決定され熱電力と、より厳密に一致するように設定されて良い。一例として、電力制御コンポーネント 3 2 (図 1 に示され、ここに記載される) は、当該他の電力コンバータ (例えば、2 0 - 2 から 2 0 - n) に関連するスタック (例えば、1 0 - 2 から 1 0 - n) が当該 1 つのプライムスタックの発熱に従うように、当該他の電力コンバータ (例えば、2 0 - 2 から 2 0 - n) の各々について電圧レベルおよび電流限界を設定して良い。いくつかの実施例において、動作 1 0 8 は、電力制御コンポーネント 3 2 と同じまたは類似の他のプロセッサコンポーネントによって実行される。

30

【 0 0 5 9 】

ここに記載される技術は、デジタル電子回路、またはコンピュータのハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせで実装できる。当該技術は、データ処理装置、例えば、プログラム可能なプロセッサ、コンピュータ、または複数のコンピュータによって実行され、または、その動作を制御するためのコンピュータプログラム製品として、すなわち、情報キャリア、例えば、機械可読記憶装置、機械可読記憶媒体、コンピュータ可読記憶装置、またはコンピュータ可読記憶媒体において具体的に実装されたコンピュータプログラムとして実装できる。コンピュータプログラムは、コンパイル言語またはインタープリター言語を含む任意の形式のプログラミング言語で記述でき、スタンドアロンプログラムとして、またはモジュール、コンポーネント、サブルーチン、または、コンピューティング環境において使用に適した他のユニットにおいて、任意の形式で展開されて良い。コンピュータプログラムは、1 台のコンピュータまたは 1 つのサイトの複数のコンピュータで実行するように展開しても良く、複数のサイトに分散して通信ネットワークで相互接続しても良い。

40

【 0 0 6 0 】

当該技術の方法ステップは、1 つまたは複数のプログラム可能なプロセッサによって実行されて良く、当該プロセッサは、コンピュータプログラムを実行して、入力データを操作して出力を生成することによって、当該技術の複数の機能を実現して良い。方法ステップ、および当該技術の装置は、また、FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ

50

)やASIC(特定用途向け集積回路)などの特殊用途の論理回路によって実行して良い。
【0061】

コンピュータプログラムの実行に適したプロセッサは、例として、汎用マイクロプロセッサと専用マイクロプロセッサの両方、および任意の種類デジタルコンピュータの任意の1つまたは複数のプロセッサを含む。一般的には、プロセッサは読み取り専用メモリまたはランダムアクセスメモリ、あるいはその両方から命令とデータを受け取る。コンピュータの重要な要素は、命令を実行するためのプロセッサと、命令およびデータを格納するための1つまたは複数のメモリデバイスである。一般的には、コンピュータは、また、磁気、光磁気ディスク、または光ディスクなどのデータを格納するための1つまたは複数の大容量記憶装置を含むか、またはデータを受信するか、またはデータを転送するか、あるいはその双方のために動作可能に結合される。コンピュータプログラムの命令およびデータを具体化するのに適した情報キャリアは、あらゆる形態の不揮発性メモリを含み、これは、事例を挙げると、半導体メモリデバイス、例えば、EPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリデバイス；磁気ディスク、例えば、内蔵ハードディスクまたはリムーバブルディスク；光磁気ディスク；およびCD-ROMおよびDVD-ROMディスクを含む。プロセッサおよびメモリは、特殊目的論理回路によって補充されて良い。

10

【0062】

機械可読媒体は、機械の1つまたは複数のプロセッサによって実行できるコードの形式で機械可読命令を担持して良い。機械可読媒体は、ハードディスクまたはリムーバブルディスク；光磁気ディスク；およびCD-ROMおよびDVD-ROMディスクなどの命令を格納する記憶媒体を有して良い。代替的には、機械可読媒体は、信号、例えば伝送信号、電気信号、電磁信号、光信号、または音響信号などの一時的な媒体を有して良い。命令は、1つまたは複数のプロセッサを制御して、ここで説明され、添付の特許請求の範囲で定義されるプロセスを実行して、各電力コンバータのパラメータ値を設定して良い。

20

【0063】

本発明のいくつかの実施例が、ここに、具体的に例示および/または記載されている。しかしながら、修正および変形が企図され、これが、添付の特許請求の範囲内であることが理解されよう。

30

40

50

【図面】
【図 1】

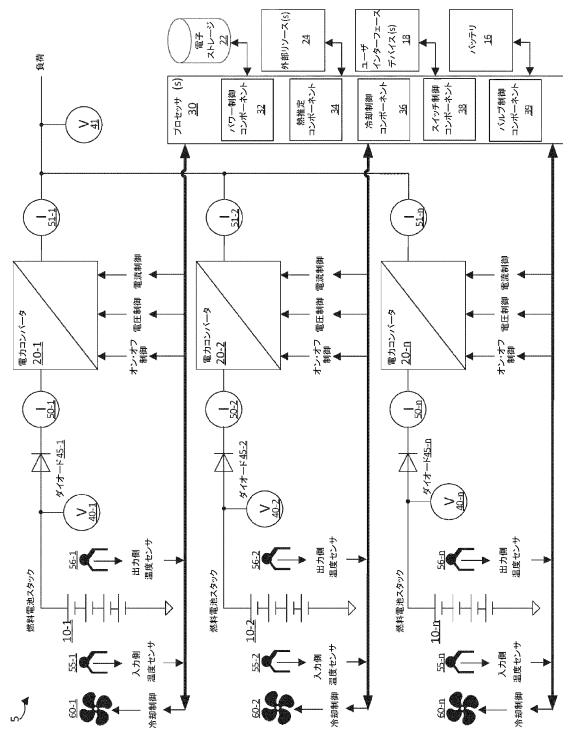


FIG. 1

【図 2】

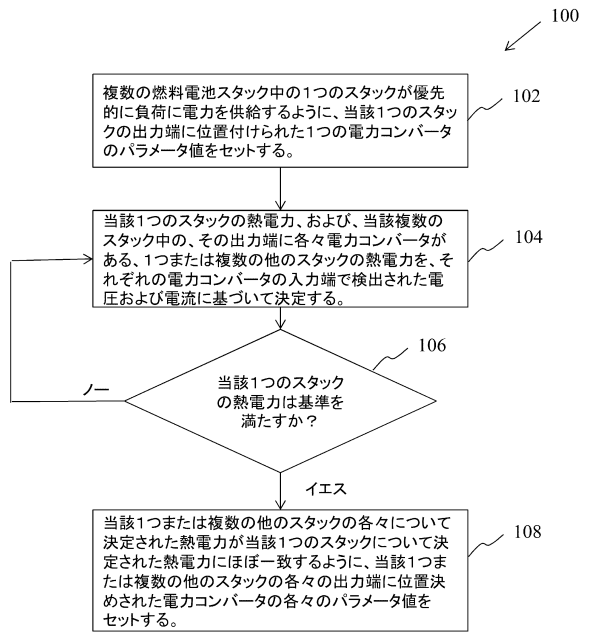


FIG. 2

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

<i>H 0 1 M</i>	<i>8/0432(2016.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>8/0432</i>
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04746(2016.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04746</i>
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04992(2016.01)</i>	<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04992</i>

弁理士 佐々木 榮二

(72)発明者

ベアード、スコット

イギリス国、LE 1 1 3 GB レスターシャー、ラフバラ、アシュビー ロード、ホリウエル
パーク、チャーンウッド ビルディング、インテリジェント エナジー リミテッド内

(72)発明者

ジャクソン、フィリップ、トーマス

イギリス国、LE 1 1 3 GB レスターシャー、ラフバラ、アシュビー ロード、ホリウエル
パーク、チャーンウッド ビルディング、インテリジェント エナジー リミテッド内

(72)発明者

ワットン、ジェームズ

イギリス国、LE 1 1 3 GB レスターシャー、ラフバラ、アシュビー ロード、ホリウエル
パーク、チャーンウッド ビルディング、インテリジェント エナジー リミテッド内

(72)発明者

デバニー、フレンジン

イギリス国、LE 1 1 3 GB レスターシャー、ラフバラ、アシュビー ロード、ホリウエル
パーク、チャーンウッド ビルディング、インテリジェント エナジー リミテッド内

(72)発明者

ケニオン、イアン、ステュアート

イギリス国、LE 1 1 3 GB レスターシャー、ラフバラ、アシュビー ロード、ホリウエル
パーク、チャーンウッド ビルディング、インテリジェント エナジー リミテッド内

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献

特表 2 0 1 1 - 5 0 2 3 3 8 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 0 4 9 1 5 1 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 2 5 9 4 0 8 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 0 5 9 6 1 0 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 1 7 4 5 1 9 (J P , A)

(58)調査した分野

(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5