

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
**特許第7046494号**  
(P7046494)

(45)発行日 令和4年4月4日(2022.4.4)

(24)登録日 令和4年3月25日(2022.3.25)

(51)国際特許分類

H 02 M      3/00 (2006.01)  
H 02 M      7/48 (2007.01)

F I

H 02 M      3/00  
H 02 M      7/48

C  
M

請求項の数 12 外国語出願 (全22頁)

(21)出願番号	特願2017-51973(P2017-51973)	(73)特許権者	517094840 ソーラーエッジ テクノロジーズ リミテッド
(22)出願日	平成29年3月16日(2017.3.16)		イスラエル国、4673335 ヘルツ
(65)公開番号	特開2017-184604(P2017-184604 A)	(74)代理人	リーヤ ハマダ ストリート 1 110000877
(43)公開日	平成29年10月5日(2017.10.5)	(72)発明者	龍華国際特許業務法人 ガリン、ヨアブ
審査請求日	令和2年3月9日(2020.3.9)		イスラエル国、4673335 ヘルツ
(31)優先権主張番号	15/078,450		リーヤ ハマダ ストリート 1 ソーラー
(32)優先日	平成28年3月23日(2016.3.23)	(72)発明者	エッジ テクノロジーズ リミテッド内 アデスト、マイア
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		イスラエル国、4673335 ヘルツ
(31)優先権主張番号	62/376,693		リーヤ ハマダ ストリート 1 ソーラー
(32)優先日	平成28年8月18日(2016.8.18)	(72)発明者	エッジ テクノロジーズ リミテッド内 最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 導体温度検出器

**(57)【特許請求の範囲】****【請求項1】**

装置であって、

容器内にある1つ以上の端子を有する第1電子回路と、前記1つ以上の端子のうちの第1端子に電気的に結合され、前記第1電子回路と異なる第2電子回路の1つの端子またはコネクタに接続するための第1機械的コネクタと、前記容器から伸びる第1出力導体であって、前記第1出力導体が第1端部および第2端部を有し、前記第1出力導体の前記第1端部は、前記第1端子を介して前記第1電子回路に電気的に接続され、前記第2端部は、前記第1機械的コネクタに接続される、第1出力導体と、前記第1出力導体の前記第1端部に隣接し、前記第1機械的コネクタ内もしくは前記第1機械的コネクタに隣接する温度の上昇に応答するための過熱条件を検出するように構成された第1温度検知デバイスと、

前記第1温度検知デバイスから測定値を受信し、過熱を示唆する前記測定値に応答して過熱応答動作を起動するように構成されたコントローラと、を備える、装置。

**【請求項2】**

前記第1電子回路はさらに、第1導電路および第2導電路を含み、前記第1温度検知デバイスは前記第1導電路に隣接し、前記装置はさらに、前記第2導電路に隣接し、前記第2導電路に結合される少なくとも1つの導体上またはその付近の温度上昇を検出するように構成される第2温度検知デバイスを含む、請求項1に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記容器から伸び、前記第1出力導体より長い第2出力導体であって、前記第2出力導体が第1端部および第2端部を有し、前記第2出力導体の前記第1端部は、前記1つ以上の端子のうちの第2端子を介して前記第1電子回路に電気的に接続され、前記第2出力導体の前記第2端部は、前記第1機械的コネクタと同じ型の第2機械的コネクタに接続される、第2出力導体をさらに備える、請求項1または2に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記第1電子回路は、直流(DC)電源に結合されるように構成された電力コンバータを備える、請求項1から3の何れか1つに記載の装置。

10

【請求項 5】  
前記電力コンバータは、DC-DCコンバータである、請求項4に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記電力コンバータは、DC-ACコンバータである、請求項4に記載の装置。

**【請求項 7】**

過熱応答動作は、前記第1電子回路の1つ以上の部分を電気的に切断することを含む、請求項1から請求項6の何れか一項に記載の装置。

**【請求項 8】**

方法であって、

容器内にある1つ以上の端子を有する第1電子回路を内蔵する前記容器から伸び、第1端部及び第2端部を有する第1出力導体の前記第1端部に隣接して配置される第1温度検知デバイスを使用して、前記1つ以上の端子のうちの第1端子に電気的に結合され、かつ前記第1電子回路と異なる第2電子回路の1つの端子またはコネクタに接続するための第1機械的コネクタ内もしくは前記第1機械的コネクタに隣接する温度の上昇に応答するための過熱条件を検知することと、

20

コントローラにより、前記第1温度検知デバイスから測定値を受信することと、

前記コントローラにより、過熱を示唆する前記測定値に応答して過熱応答動作を起動することと、を含み、

前記第1出力導体の前記第1端部は、前記第1端子を介して前記第1電子回路に電気的に接続され、前記第2端部は、前記第1機械的コネクタに接続される、方法。

**【請求項 9】**

30

システムであって、

第1PVデバイスと、

第2PVデバイスと、

請求項1から7の何れか1つに記載の装置と

を備え、

前記第1PVデバイスと、前記第2PVデバイスとは、前記第1出力導体を介して電気的に接続される、システム。

**【請求項 10】**

第1太陽光発電パネルと、

前記第1太陽光発電パネルに結合される第1電力デバイスと、

40

第2太陽光発電パネルと、

前記第2太陽光発電パネルに結合される第2電力デバイスと  
を備え、

前記第1電力デバイスは、

第1容器内にある1つ以上の端子を有する第1電子回路と、

前記第1容器から伸びる第1入力導体であって、前記第1入力導体が第1端部および第2端部を有し、前記第1入力導体の前記第1端部は、前記1つ以上の端子のうちの第1端子を介して前記第1電子回路に電気的に接続され、前記第1入力導体の前記第2端部は、第1機械的コネクタに接続され、前記第1太陽光発電パネルからの電力を受け取る第1入力導体と、

50

前記 1 つ以上の端子のうちの第 2 端子に電気的に結合され、前記第 1 電子回路と異なる第 2 電子回路の 1 つの端子またはコネクタに接続するための第 2 機械的コネクタと、

前記第 1 容器から伸びる第 1 出力導体であって、前記第 1 出力導体が第 1 端部および第 2 端部を有し、前記第 1 出力導体の前記第 1 端部は、前記第 2 端子を介して前記第 1 電子回路に電気的に接続され、前記第 1 出力導体の前記第 2 端部は、前記第 2 機械的コネクタに接続され、前記第 1 太陽光発電パネルからの電力を出力する前記第 1 出力導体と、  
を有し、

前記第 2 電力デバイスは、

第 2 容器内にある1 つ以上の端子を有する前記第 2 電子回路と、

前記第 2 太陽光発電パネルからの電力を受け取る第 2 入力導体と、

10

前記第 2 電子回路の前記 1 つ以上の端子のうちの第 3 端子に電気的に結合され、前記第 2 機械的コネクタに接続するための第 3 機械的コネクタと、

前記第 2 容器から伸びる第 2 出力導体であって、前記第 2 出力導体が第 1 端部および第 2 端部を有し、前記第 2 出力導体の前記第 1 端部は、前記第 3 端子を介して前記第 2 電子回路に電気的に接続され、前記第 2 出力導体の前記第 2 端部は、前記第 2 機械的コネクタと結合される前記第 3 機械的コネクタに接続され、前記第 1 太陽光発電パネルからの電力を受け取る前記第 2 出力導体と、

前記第 2 容器から伸びる第 3 出力導体であって、前記第 3 出力導体が第 1 端部および第 2 端部を有し、前記第 3 出力導体の前記第 1 端部は、前記第 2 電子回路の前記 1 つ以上の端子のうちの第 4 端子を介して前記第 2 電子回路に電気的に接続され、前記第 3 出力導体の前記第 2 端部は、第 4 機械的コネクタに接続され、前記第 1 太陽光発電パネル及び前記第 2 太陽光発電パネルからの電力を出力する前記第 3 出力導体と、

20

前記第 2 出力導体の前記第 1 端部に隣接し、前記第 3 機械的コネクタ内もしくは前記第 3 機械的コネクタに隣接する温度の上昇に応答するための過熱条件を検出するように構成された第 2 温度検知デバイスと、

前記第 2 温度検知デバイスから測定値を受信し、過熱を示唆する前記測定値に応答して過熱応答動作を起動するように構成された第 2 コントローラと、を有する、システム。

#### 【請求項 1 1】

前記第 2 出力導体は、前記第 3 出力導体より短い、請求項 1 0 に記載のシステム。

#### 【請求項 1 2】

30

前記第 1 電力デバイスは、

前記第 1 入力導体の前記第 1 端部に隣接し、前記第 1 機械的コネクタ内もしくは前記第 1 機械的コネクタに隣接する温度の上昇に応答するための過熱条件を検出するように構成された第 1 温度検知デバイスと、

前記第 1 温度検知デバイスから測定値を受信し、過熱を示唆する前記測定値に応答して過熱応答動作を起動するように構成された第 1 コントローラと

をさらに有する、請求項 1 0 または 1 1 に記載のシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【背景技術】

#### 【0 0 0 1】

40

コネクタ及び／または導体に欠陥があると、電気システムにおける構成要素が過熱することがあり、場合によってはさらに火災の原因となることもある。過熱の際に、アーク検出回路が常に起動されるとは限らない。導体の過熱は、発電及び変換中の太陽の暴露及び構成要素の加熱のために、システム構成要素の温度が既に高い可能性がある再生可能な電力システム（例えば、太陽光発電及び風力発電システム）において特に重大な問題であり得る。さらに、コネクタは、経時的な電気的接触機構の侵食のために過熱する傾向があり得る。論理回路（例えば、システムセンサ及び／またはデバイスに隣接しないコネクタまたは導体領域）を含む構成要素に隣接しない電力システムの部分の過熱の費用効果的な検出は、特に困難な作業であり得る。このようなシステムにおける構成要素の過熱を迅速に検出するための効果的な解決法が必要とされている。

50

**【発明の概要】****【0002】**

以下の概要是、例示のみの目的のための本発明の概念のいくつかの簡単な要約であり、詳細な説明において本発明及び実施例を制限または制約するものではない。当業者であれば、詳細な説明から他の新規の組み合わせ及び特徴を認識するであろう。

**【0003】**

本明細書の実施形態は、電力システム内の構成要素の過熱を検出するように構成された温度検知デバイスを用いることができる。

**【0004】**

例示的な電気システムでは、温度センサは、接続点のような過熱の影響を受けやすいと考えられる点から一定の距離を置いて配置されてもよい。物理媒体を通じて移動するときに熱が急速に消散する可能性があるので、電気システムの要素を切断するような予防処置を起動可能とするため、温度の上昇を測定する手段として、感度の高い観測点に十分近接した場所にセンサを配置するようにシステムを設計してもよい。一部のシステムでは、過熱を検出するために温度センサを敏感な点に十分近接して配置することは、好都合ではないか、もしくコスト効率が悪い場合がある。これらのシステムでは、熱電対 (TC) または線形熱検出 (LHD) ケーブルを標準システム導体と組み合わせて、より長い距離で過度の熱を検出できるようにすることが望ましい場合がある。

10

**【0005】**

多くの電気システム、特に気象条件に晒されている電気システムでは、接続点は、電気インピーダンスの増加と潜在的な過熱につながる可能性がある、水分や汚れの侵入に最も影響を受けやすい可能性がある。いくつかの太陽光発電システムでは、故障したコネクタが過熱し、破壊的な火災に至る。したがって、多くの例示的な実施形態は、接続点またはその近くの過熱を検出すること（例えば、接続点の 20 cm 内または 20 cm 以内に温度センサを配置すること）を含むが、本開示はこれに限定されず、他の位置における過熱検出にも適用される。

20

**【0006】**

いくつかの例示的な実施形態では、温度センサ付近にコネクタ位置を設計することにより、高温を検出するのに役立つことがある。例えば、いくつかの太陽光発電 (PV) 設備のような特定のシステムでは、接続点は、接続点を回路（例えば、DC - AC マイクロインバータのような直流 - 交流 (DC - AC) インバータ、または直流 - 直流 (DC - DC) コンバータ）に近接させながら、2つのケーブルを接続することによって形成されてもよい。ケーブルの長さが著しく長い場合、非対称な長さのケーブルを設計することによって、各接続点の電力デバイスへの近接性を達成することができる。例えば、各電力デバイスは、1本のケーブルが長さ 0.8 メートル、1本のケーブルが長さ 0.2 メートルであることを特徴とすることができる。この場合、複数の電力デバイスが互いに結合されている場合、各接続点は電力デバイスからわずか 0.2 メートルしか離れておらず、その比較的短い距離では電力デバイスに隣接する温度センサが接続点の過熱を検出することができる。

30

**【0007】**

いくつかの実施形態では、コネクタ位置付近にない場合がある位置で導電体の過熱を検出することが望ましい場合がある。例えば、いくつかの太陽光発電設備では、導電体の一部が金属物体（例えば、高温に達する屋外金属取付構造）と接触していてもよく、及び／または可燃性物質（例えば木造屋根）に隣接する可能性があり、及び／または動物に噛まれて損傷を受け、過熱の危険性が増す可能性がある。例示的な実施形態は、導電体を、接続位置によって配置された熱センサに隣接しない位置で過熱を検出し得る熱検出デバイス（例えば、熱電対及び LHD デバイス）と組み合わせた、統合型電気ケーブルを含む。

40

**【0008】**

過熱検出システム及びデバイスの構成は、システムの特性及び要件によって異なる場合がある。例えば、いくつかの実施形態では、温度閾値を設定して、導電体の絶縁の溶融を防止する応答動作を起動することができる。いくつかの実施形態では、異なる温度閾値を設

50

定して、木製の屋根が火災またはタール屋根コーティングが溶融するのを防止する応答を誘発することができる。

#### 【0009】

いくつかの実施形態では、過熱し易い位置で特定温度に至る過熱を防止するために温度センサにおいて温度閾値を設定することができる。センサ設置位置における温度センサによって測定された温度と過熱しやすい位置の温度との間の関係は、2つの場所、物理媒体及び電気システムの構成要素を含む材料の間の距離に応じて異なってもよい。

#### 【0010】

潜在的に安全でない過熱状態への対応が異なる場合がある。いくつかの実施形態では、潜在的に安全でない過熱状態は、他の回路から過熱点を切断するよう安全スイッチを開放するなどの自動アクションを起動することができる。いくつかの実施形態では、潜在的に安全でない過熱状態は、警報システムを起動し及び／またはシステムの所有者及び／またはシステムの保守要員によって監視されるユーザインターフェースを更新することができる。

10

#### 【0011】

いくつかのシステムでは、過熱の以前の事例の分析は、過熱事象の予測を役立てることができる。例えば、システムは、過熱の初期段階に先立ってまたは初期段階に、システムの異なる部分における電圧及び電流レベルの特定のパターンを特徴付けることができる。多くのシステムは動作パラメータ（例えば、電圧、電流、周波数、高調波成分、太陽放射照度など）のデータロギングを含むので、温度以外の測定に基づいて過熱を予測し、予防処置を取ることが可能な場合もある。

20

#### 【0012】

上記のように、この概要は、本明細書に記載されている特徴の一部の概要に過ぎない。それは網羅的ではなく、特許請求の範囲を限定するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

本開示のこれら及び他の特徴、態様、及び利点は、以下の説明、特許請求の範囲及び、図面に関してよりよく理解されるであろう。本開示は、例として示され、添付の図面によつて限定されるものではない。

#### 【0014】

【図1】本開示の1つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱検出方法のフロー図である。

30

【図2】本開示の1つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱検出システムの部分概略図、部分ブロック図である。

【図3】本開示の1つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱検出システムの部分概略図、部分ブロック図である。

【図4】本開示の1つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱検出システムの部分概略図、部分ブロック図である。

【図5】本開示の1つ以上の例示的な態様による太陽光発電ストリングの一部を示す。

【図6】本開示の1つ以上の例示的な態様による太陽光発電パネルを示す。

【図7】本開示の1つ以上の例示的な態様による太陽光発電ストリングの一部を示す。

40

【図8A】本開示の1つ以上の例示的な態様による統合型熱検出導電体を示す。

【図8B】本開示の1つ以上の例示的な態様による熱検出電気コネクタを示す。

【図9】本開示の1つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱検出方法のフロー図を示す。

【図10】本開示の1つ以上の例示的な態様による、潜在的な安全でない状態を予測する方法のフロー図を示す。

【図11】本開示の態様による例示的な方法のうちのいくつかを実行するための例示的な分散システムのブロック図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0015】

50

様々な例示的な実施形態の以下の説明では、本明細書の一部を形成し、本開示の態様を実施することができる様々な実施形態を例示として示す添付の図面を参照する。本開示の範囲から逸脱することなく、他の実施形態を利用することができます、構造的及び機能的修正を行うことができることを理解されるべきである。

#### 【 0 0 1 6 】

ここで、本開示の 1 つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱を検出する方法のフロー図を示す図 1 を参照する。ステップ 100において、温度センサを、過熱の影響が考えられる点（例えば、接続点、以下「 C P 」と呼ぶ）から  $x$  [ cm ] の距離に配置することができる。適切な熱微分方程式を解くことによって、 C P での温度は、センサによって測定された温度の関数として推定され得る。いくつかの実施形態では、 C P における温度とセンサによって測定された温度との間の関係を、センサを配置し及び導体を接続点に接続する前に経験的に決定することができる。例えば、センサは、接続点  $x$  [ cm ] 離れた状態で、研究室条件で導体に隣接して配置することができる。接続点は、様々な C P 温度及び将来の参照のために記録された対応するセンサ測定値により、異なる設定温度に加熱することができる。いくつかの実施形態では、ルックアップテーブルを作成することができ、ルックアップテーブルは、 C P での温度をセンサによって測定された温度に関連する。ルックアップテーブルは、方法のステップの間、参考として図 1 の方法を実行するデバイス上のメモリに保存することができ、及び / または図 1 の方法を実施する前にデバイスを構成するために使用することができる。いくつかの実施形態では、 C P 温度及び対応するセンサ測定値を使用して、 C P 温度の近似値をセンサ測定値に関連する数学モデルを作成することができる。数学的モデルは、線形、高次多項式、対数、指数関数または有理関数であってもよい。例えば、温度センサと C P との間の物理的構造が単一の材料及び / または単純な幾何学的形状を含むいくつかの実施形態では、線形近似で十分に正確な C P 温度の近似を得ることができる。温度センサと C P との間の物理的構造が複数の材料及び / または洗練された幾何学的形状を含むいくつかの実施形態では、より高次の多項式、対数または指数関数が C P 温度のより正確な近似を提供し得る。

#### 【 0 0 1 7 】

ステップ 100 で配置された温度センサは、センサからの測定値を受信し、測定値を送信及び / または処理するための通信及び / または処理デバイスに結合されてもよい。例えば、センサは、インフォメーションバス上に測定値を出力することができ、測定値を、制御デバイス（例えば、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ（ D S P ）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ F P G A ）、特定用途向け集積回路（ A S I C ）もしくは他のデバイス）、通信デバイス（例えば、無線トランシーバ、電力線通信（ P L C ）装置）、及び / またはメモリデバイスよって読み取ることができる。制御デバイスは、単一のデバイス内のセンサに結合されてもよく、制御デバイスが離れていてもよく、通信デバイスによって送信された測定値を処理してもよい。

#### 【 0 0 1 8 】

ステップ 101 において、制御デバイスを、閾値を超える温度測定値に応答するように構成することができる。閾値を、 C P での温度をセンサで測定された温度に関連させる方程式を解くことによりまたは C P での温度とセンサによって測定され上で開示したようなルックアップテーブル内に保存された温度との間に存在すると決定された関係により決定することができる。いくつかの実施形態では、閾値は絶対温度であってもよい。例えば、閾値は 100 、 200 または 300 に設定することができる。固定閾値は、 C P 付近の材料の可燃性に関して設定することができる。例えば、太陽光発電設備に使用される導体を、架橋ポリエチレン（ X L P E ）、ポリ塩化ビニル（ P V C ）または塩素化ポリ塩化ビニル（ C P V C ）を使用して絶縁してもよい。 X L P E 絶縁導体の定格最大導体温度は 90 、緊急定格は最大 140 、短絡定格値は 250 である。絶縁体を保護する必要がある場合は、緊急定格に関しての閾値を設定することができる。 P V C または C P V C 絶縁または他のタイプの絶縁を有するケーブルは、異なる定格を特徴とすることができ、それに応じて異なる閾値を設定することができる。

10

20

30

40

50

**【0019】**

いくつかの実施形態では、電気システムを支持する構造の可燃性に関して閾値を設定することができる。例えば、多くの太陽光発電電気システムは、木製の屋根を有する建物に取り付けられている。木材の燃焼開始温度は木材の種類によって異なるが、典型的には木材の熱分解は約 250 の温度で始まる。一部の屋根はタールで覆われており、約 315 で自己発火し始める可能性がある。いくつかの実施形態では、システムは、導体絶縁部を溶融から保護しないように構成してもよいが、支持屋根を火災から守るための応答があることが望ましい。

**【0020】**

いくつかの実施形態では、閾値は、以前に測定された温度または以前に測定されたシステムパラメータ値（例えば、電圧、電流、太陽放射照度）に関連して、適応可能であり設定され得る。例えば、閾値は、閾値 [ ] = ベースライン [ ] + デルタ [ ] として設定することができ、ここでベースライン [ ] はある期間にわたって測定された温度であり、デルタはある期間にわたる温度上昇である。例えば、センサが 1 時間の定常温度 100 ± 5 [ ] を測定する場合、デルタは 50 [ ] に等しく設定されることが可能、閾値は 100 [ ] + 50 [ ] = 150 [ ] であり得る。定常温度が 1 時間 90 ± 5 [ ] に低下した場合、デルタは 50 [ ] に等しく設定され、新閾値は 90 [ ] + 50 [ ] = 140 [ ] であり得る。いくつかの実施形態では、デルタはベースラインに依存してもよい。例えば、ベースライン = 100 [ ] の場合、デルタは 50 [ ]、ベースライン = 90 [ ] の場合、デルタは 45 [ ] に等しくなり得る。いくつかの実施形態では、閾値を、確率関数に関して設定してもよい。例えば、方法が接続点の温度に关心があり、接続点の温度が高い確率で一定温度以下になるように閾値を設定してもよい。例えば、経験的に得られたデータ及び／または数学モデルは、センサが 100 [ ] を測定するとき、20 cm 離れた接続点の温度は、50 % の確率で、90 [ ] を超え、センサが 110 [ ] を測定するとき、20 cm 離れた接続点の温度は 80 % の確率で 90 [ ] を超えることを示す。閾値は、接続点における許容可能な温度及び許容温度を超えることがある発生可能な場合に対応する応答動作を起動するように選択することができる。

10

20

30

40

**【0021】**

いくつかの実施形態では、他の外部変数に応じて異なる閾値を設定することができる。例えば、温度測定値は、電圧、電流、太陽放射照度、水分または他の測定値などの他のセンサ測定値と併せて考慮することができる。例えば、あるシステムでは、200 の温度が電気接続部から 10 [ cm ] で測定され、接続部を流れる電流が 10 [ A ] で測定される場合、応答を誘発する第 1 の閾値が設定されてもよく、180 の温度が電気接続部から 10 [ cm ] で測定され、接続部を流れる電流が 12 [ A ] で測定される場合、応答動作を起動する第 2 の閾値が設定される。

**【0022】**

いくつかの実施形態では、システムを、ある期間にわたって 1 つ以上の閾値を超えている温度に応答するように構成することができる。例えば、システムを、10 秒間持続する 200 の第 1 の閾値温度に応答し、12 秒間持続する 160 の第 2 の閾値温度に応答するように構成することができる。

**【0023】**

いくつかの実施形態では、温度の上昇に関して閾値を設定することができる。例えば、システムは、測定された絶対温度に関係なく、20 秒以下で 10 以上の上昇に応答するように構成することができる。いくつかの実施形態では、システムを、上述のように、測定された絶対温度に依存して変動する温度の可変増加に応答するように構成してもよい。

**【0024】**

本明細書に記載される閾値は、異なるシステムで使用され得る例示的な例に過ぎない。これらの様々な組み合わせは、システムの特性及び要件に応じて様々な電気システムに適用されてもよい。ステップ 102において、温度センサは、制御デバイス及び／またはメモリデバイスへの送信のために周期的な温度測定を開始することができる。ステップ 103

50

において、制御デバイスは、測定された温度をステップ 101 で得られた閾値と比較することができる。温度が閾値未満である場合、動作条件は安全であると仮定され、正常なシステム動作を継続することができ、方法はステップ 102 に戻る。いくつかの実施形態では、本方法は、ステップ 101 に周期的に戻り、現在の温度測定値に基づいて閾値を再計算することができる。ステップ 103 において、閾値以上の温度が測定された場合、方法はステップ 104 に進み、「高温プロトコル」(HTP) が起動される。いくつかの実施形態では、HTP は、電流から接続点を自動的に切断するコントローラを備えることができる。いくつかの実施形態では、コントローラを、通信デバイスを介して、有線及び／または無線ネットワーク（複数含む）／インターネット／イントラネット、及び／またはコンピュータ、スマートフォン、タブレットなどの任意の数のエンドユーザ装置（複数含む）及び／またはネットワークオペレーションセンター及び／またはモニタリングセンターに載置され得るサーバなどの他のデバイスに結合することができる。これらのデバイスを、危険状態の警告を生成し、危険状態がいつ起こるかを決定し、危険状態のタイプを検出し、及び／またはシステムの特定の部分を退化または消滅させる動作を行うために利用することができる。これらの警告は、音声及び／または視覚的であり得る。それらは、例えば、ビープ音、トーン、サイレン、LED、及び／または高ルーメン LED であってもよい。

#### 【0025】

ここで、本開示の 1 つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱を検出するためのシステムの一部を示す図 2 を参照する。電力デバイス 200 を、電力源（例えば、PV 発電機、風力タービン、電池、燃料電池など）から入力電力を受け取り、電気デバイス、グリッド、家庭、もしくは電池などの負荷に電力を出力するように構成することができる。電力デバイス 200 は、電力を受け取るための入力導体 203 と、電力を出力するための出力導体 204 とを備えることができる。電力デバイス 200 は、電力処理、制御、監視、安全性、及び通信のための回路 202 を備えることができる。回路 202 を含む様々な要素については、本開示において後でより詳細に説明する。回路 202 は、入力導体 203 から電力を受け取り、出力導体 204 を介して電力を出力することができる。

#### 【0026】

さらに図 2 を参照すると、容器 207 は、電力デバイス 200 を含む電気部品を物理的に収容することができる。容器 207 は、閉鎖された区画または部分的に閉鎖された区画であってもよい。いくつかの実施形態では、容器 207 は、太陽光発電モジュールのためのジャンクションボックスの一部を含むことができ、または太陽光発電モジュールのジャンクションボックスに適合するように構成された蓋を含むことができる。入力導体 203 は、この例示的な実施形態ではネジ 206 のような適切な接続方法を使用して容器 207 に物理的に接続することができる。いくつかの実施形態では、入力導体を、はんだ付け、クランプまたは他の方法によって容器に固定することができる。入力導体 203 と回路 202 との間の電気接続を、ネジ 206 と回路 202 との間に配置された導電路によって提供することができる。同様に、出力導体 204 を、この例示的な実施形態では、ネジ 205 のような適切な接続方法を使用して容器 207 に物理的に接続することができる。いくつかの実施形態では、出力導体を、はんだ付け、クランプもしくは他の方法によって容器に固定することができる。出力導体 204 と回路 202 との間の電気接続は、ネジ 205 と回路 202 との間に配置された導電路によって供給することができる。

#### 【0027】

さらに図 2 を参照すると、温度センサ 201 は、ネジ 205 に隣接して配置されてもよく、コントローラまたは通信デバイス（例えば、回路 202 に含まれるコントローラまたは通信デバイス）に温度測定値を転送するように構成されてもよい。出力導体 204 の 1 つが過熱した場合、温度センサ 201 によって測定された温度が上昇することがある。同様に、温度センサ 210 は、温度センサ 201 と類似もしくは同一であってもよく、ネジ 206 の近くに配置されてもよく、入力導体 203 上またはその近くの温度上昇を測定してもよい。温度センサ 201 及び／または 210 は、熱電対デバイス、I C 温度センサ、シ

リコンバンドギャップ温度センサ、サーミスタ、または任意の他の適切な温度センサであつてもよい。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、例示的な一実施形態による、電力デバイス 2 0 0 などの電力デバイスに見られる回路のような回路 3 0 2 を示す図 3 を参照する。回路 3 0 2 は、図 2 に示す回路 2 0 2 と類似または同一であつてもよい。いくつかの実施形態では、回路 3 0 2 は電力コンバータ 3 0 0 を含むことができる。電力コンバータ 3 0 0 は、バック、ブースト、バック／ブースト、バック+ブースト、C u k 、フライバック及び／またはフォワードコンバータのような直流 - 直流 ( D C / D C ) コンバータを備えることができる。いくつかの実施形態では、電力コンバータ 3 0 0 は、例えばマイクロインバータのような、直流 - 交流 ( D C / A C ) コンバータ（インバータとしても知られている）を備えていてもよい。いくつかの実施形態では、回路 3 0 2 は、電力デバイスが結合される電源から最大パワーを抽出するように構成された最大パワーポイントトラッキング ( M P P T ) 回路 3 0 6 を含むことができる。いくつかの実施形態では、電力コンバータ 3 0 0 は、M P P T 機能を含むことができる。回路 3 0 2 は、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ ( D S P ) 、特定用途向け集積回路 ( A S I C ) 及び／またはフィールドプログラマブルゲートアレイ ( F P G A ) などの制御デバイス 3 0 5 をさらに含むことができる。

10

#### 【 0 0 2 9 】

さらに図 3 を参照すると、制御デバイス 3 0 5 は、共通バス 3 2 0 上の回路 3 0 2 の他の要素を制御及び／または、その要素と通信することができる。いくつかの実施形態では、回路 3 0 2 は、直接的にパラメータを測定しまたは接続されたセンサから測定されたパラメータを受信するように構成された回路及び／またはセンサ（複数含む）／インターフェース 3 0 4 、及び／または電源による電圧及び／または電流出力及び／または電源により出力された電力のような電源上もしくはその付近のパラメータを測定するように構成されたセンサインターフェース 3 0 4 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、電源は P V モジュールであってもよく、センサまたはセンサインターフェースは、モジュールによって受信される放射照度の測定値及び／またはモジュール上またはその付近の温度を直接測定または受信してもよい。いくつかの実施形態では、センサ 3 0 1 はセンサ（複数含む）／センサインターフェース 3 0 4 の一部であってもよく、いくつかの実施形態では、センサ 3 0 1 は別個のセンサであつてもよい。センサ 3 0 1 は、図 2 の温度センサ 2 0 1 と類似または同一であつてもよい。例えば、センサ 3 0 1 は、導体への接続部の付近に配置され、潜在的な過熱を検出するために導体上または導体付近の温度を監視する温度センサとすることができます。

20

#### 【 0 0 3 0 】

さらに図 3 を参照すると、いくつかの実施形態では、回路 3 0 2 は、他のデバイスからデータ及び／またはコマンドを送信及び／または受信するように構成された通信デバイス 3 0 3 を含むことができる。通信デバイス 3 0 3 は、電力線通信 ( P L C ) 技術、または Z i g B e e ( 登録商標 ) 、 W i - F i 、セルラ通信、または他の無線方法などの無線技術を使用して通信することができる。いくつかの実施形態では、回路 3 0 2 は、コード、動作プロトコルまたは他の動作情報を格納するために、センサ（複数含む）／センサインターフェース 3 0 4 及び／またはセンサ 3 0 1 によって行われた測定を記録するためのメモリデバイス 3 0 9 を含むことができる。メモリデバイス 3 0 9 は、フラッシュ、電気的消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ ( E E P R O M ) 、ランダムアクセスメモリ ( R A M ) 、ソリッドステートデバイス ( S S D ) 、または他のタイプの適切なメモリデバイスであつてもよい。

30

#### 【 0 0 3 1 】

さらに図 3 を参照すると、いくつかの実施形態では、回路 3 0 2 は、安全デバイス 3 0 7 （例えば、ヒューズ、回路遮断器及び残留電流検出器）を含むことができる。安全デバイス 3 0 7 は受動的でも能動的でもよい。例えば、安全デバイス 3 0 7 は、回路 3 0 2 内に載置され、回路 3 0 2 の一部を切斷して損傷を避けるために一定の電流が流れたときに溶

40

50

融するように設計された1つ以上の受動ヒューズを含むことができる。いくつかの実施形態では、安全デバイス307は、回路302の一部を切断するようコントローラ（例えば、制御デバイス305または外部コントローラ）からコマンドを受信するように構成され、またはセンサ（例えば、センサ301またはセンサ（複数含む）/センサインターフェース304によって測定された測定値）によって測定された測定値に応答して回路302の一部を切断するように構成されたアクティブ切断スイッチを含んでもよい。いくつかの実施形態では、回路302は、回路302に結合された電源から電力を受け取り、他の回路構成要素（例えば、制御デバイス305、通信デバイス303など）を動作させるのに適した電力を出力するように構成される補助電源ユニット308を備えることができる。回路302の様々な構成要素間の通信、電気的結合及び/またはデータ共有は、共通バス320を介して実行することができる。

10

#### 【0032】

ここで、例示的な実施形態の態様を示す図4を参照する。電力デバイス400は、本明細書で開示された他の実施形態に関して図示された同様の構成要素と同様または類似のケーシング407、回路402、入力導体403、出力導体404a及び404b、ならびに固定ネジ405を備えることができる。例えば、回路402は、図2に示す回路202の構成要素の一部または全部を含むことができる。温度センサ401は、図2のセンサ201及び210と類似または同一であってもよい。図4に示す例示的な実施形態では、入力導体403に隣接してセンサを配置していないが、代替の実施形態は、入力導体403及び/または追加のセンサに隣接して載置されたセンサを含むことができる。コネクタ408a及び408bを、それぞれ、出力導体404a及び404bの端部に接続してもよく、それらに接続できるように取り付けられた他の導体のコネクタに接続するように構成されてもよい。例えば、コネクタ408bは雄コネクタとすることができる、コネクタ408aは雌コネクタとすることができる。コネクタ408bを、コネクタ408aと類似の雌コネクタに接続するように設計することができ、コネクタ408aを、コネクタ408bと類似の雄コネクタに接続するように設計することができる。

20

#### 【0033】

コネクタ408a及び408bと類似のコネクタを用いるいくつかの電気システムでは、コネクタに欠陥があると、コネクタのアーク及び/または過熱を引き起こす可能性のある電気接続不良を引き起こす可能性がある。コネクタが結合されている導体に過剰な熱が伝わることがある。いくつかのシステムでは、コネクタ及び/または導体のゆるやかな過熱を検出できないと、導体の絶縁が発火し、重大な損傷及び/または危険な状況が発生することがある。

30

#### 【0034】

出力導体404a及び404bは、電気設備に配置されたときに、400などの複数の電力デバイスを接続するのに適切な長さのものであってもよい。例えば、電力デバイス400は、太陽光発電（PV）モジュール（例えば、PV発電機）に結合されるように設計されてもよく、電力デバイス400と類似もしくは同一の複数の電力デバイスは、複数のPVモジュールからの電力を運ぶ太陽光発電ストリングを形成するよう直列または並列に結合されてもよい。いくつかの実施形態では、400などの結合された電力デバイスは、相互にある距離離れて配置されてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、隣接する電力デバイスは、相互に1メートルまたは2メートル離れて配置されてもよい。いくつかの実施形態では、各電力デバイスは、ほぼ等しい長さの出力導体を含むことができ、導体の長さの合計は電力デバイス間の距離とほぼ同じである。例えば、2つの電力デバイス（例えば、電力デバイス400のようなデバイス）が約1メートル間隔で配置されている場合、各デバイスは、約0.5メートルの2つの出力ケーブルを含むことができ、1つのデバイスの出力導体の雄コネクタを、他の装置の出力導体の雌コネクタと結合することができる。

40

#### 【0035】

いくつかの太陽光発電システムでは、システム温度センサと接続点位置との間の距離がかなり離れているため、接続点での温度上昇を検出することが困難な場合がある。例えば、

50

一般的な P V 電力デバイスは、約 5 0 [ c m ] から約 1 0 0 [ c m ] の間の長さのケーブルを含む。2つの P V 電力デバイスが結合されている場合、コネクタ位置は、P V 電力デバイスに配置された温度センサから 5 0 [ c m ] から 1 0 0 [ c m ] の間にあり、これは、コネクタ位置での過熱を効果的に検出するには大き過ぎる距離であり得る。いくつかの実施形態では、設計されたコネクタの位置を P V 電力デバイスの温度センサに近づけることによって、向上した過熱検出を得ることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 の例示的実施形態では、出力導体 4 0 4 a は、例示的に、出力導体 4 0 4 b よりも著しく短い。数値実施例として、出力導体 4 0 4 a の長さは 0 . 2 メートルであり得、出力導体 4 0 4 b の長さは 0 . 8 メートルであり得る。非対称サイズの出力導体を備えた電力デバイスが相互に結合されている場合、導体間の接続点は他の装置よりも 1 つの装置に近くてもよい。数値例として、出力導体 4 0 4 a の長さが 0 . 2 メートルであり、出力導体 4 0 4 b の長さが 0 . 8 メートルであるなら、2つの電力デバイス（例えば、電力デバイス 4 0 0 などのデバイス）が相互に接続されている場合、接続位置は一方の電力デバイスから約 0 . 8 メートル、他方の電力デバイスからは 0 . 2 メートルである。一方の出力導体が非常に短く、他方が非常に長い場合、接続位置は、回路が接続点での熱の増加を検出するための回路（例えば、温度センサ 4 0 1 ）に十分に近くてもよい。いくつかの実施形態では、熱電対または L H D デバイスは、導電体の横に並んで配置され、入力または出力導体（例えば、導体 4 0 3 、 4 0 4 a 及び / または 4 0 4 b ）に組み込まれ、回路 4 0 2 に配置されたコントローラ及び / または通信デバイスに結合され導体に沿った任意の点で過熱を検出することができる。

10

#### 【 0 0 3 7 】

ここで、例示的な実施形態の態様による太陽光発電システムの一部を示す図 5 を参照する。P V パネル 5 1 0 a 、 5 1 0 b 及び 5 1 0 c は、直列 P V ストリングの一部であってもよい。P V パネルは、P V セル（一般に P V セルが接合ボックスとは反対側のパネルに配置されているので、明示されていない）から電力を受け取るように設計されたジャンクションボックス（例えば、P V パネル 5 1 0 a はジャンクションボックス 5 1 1 a を含む）を含むことができる。導体は、ジャンクションボックスから出力された電力を運ぶことができる。いくつかの実施形態では、電力デバイスは、パネルによる電力出力を監視及び / または制御するために、または他の動作または安全のために太陽光発電パネルに結合されてもよい。例えば、電力デバイス 5 0 0 a 及び 5 0 0 b を、P V パネル 5 1 0 a 及び 5 1 0 b にそれぞれ結合してもよい。電力デバイス（例えば、電力デバイス 5 0 0 a 、 5 0 0 b 及び 5 0 0 c ）を、直列の P V ストリングを形成するために、直列に結合してもよい。導体 5 2 0 は、ストリング内の第 1 のパネル（この例示的な実施形態では、P V パネル 5 1 0 a に結合された電力デバイス 5 0 0 a ）に結合された電力デバイスの低電圧出力導体端子に結合され、低電圧ストリングラインを形成することができる。高電圧ストリングラインを、ストリングを構成する電力デバイスの残りの出力導体を直列に接続することによって形成することができる。低電圧及び高電圧ストリングラインは、P V パネルによって生成された D C 電力を負荷（例えば、家庭、グリッドまたは電池）により消費される交流電力（A C ）に変換するように設計された直流（D C ）コンバインボックス、電池充電回路または P V インバータのような適切なデバイスに入力されるように設計されてもよい。

20

#### 【 0 0 3 8 】

図 5 に示す例示的実施形態のように、電力デバイス 5 0 0 a は、P V パネル 5 1 0 a に結合される。電力デバイス 5 0 0 a は、入力導体 5 0 3 a を介してパネル導体 5 1 2 a から電力を受け取る。電力デバイス 5 0 0 a は、出力導体 5 0 4 a a 及び 5 0 4 b a を介して電力を出力する。同様に、電力デバイス 5 0 0 b は、P V パネル 5 1 0 b に結合される。電力デバイス 5 0 0 b は、入力導体 5 0 3 b を介してパネル導体 5 1 2 b から電力を受け取る。電力デバイス 5 0 0 a は、出力導体 5 0 4 a b 及び 5 0 4 b b を介して電力を出力する。出力導体 5 0 4 b a 及び 5 0 4 a b は、電力デバイス 5 0 0 b に隣接し得る接続点 C P で接続される。出力導体 5 0 4 b a と 5 0 4 a b との間の接続に欠陥がある場合、接

30

40

50

統点 C P の温度が上昇し、電力デバイス 5 0 0 b に含まれる温度センサ（例えば、本明細書に記載したような、センサ 2 0 1、2 1 0 または 4 1 0 と類似もしくは同一のセンサ）によって検出することができる。複数の電力デバイスを同様の方法で相互に結合することができ、温度の上昇を検出するように構成された電力デバイスに接続点を隣接させることができになる。

#### 【 0 0 3 9 】

いくつかの実施形態では、電力デバイス入力及び / または出力導体の一部または全部は、上昇する温度に応答するかまたは測定するように設計された熱デバイスを含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、システム導体の一部または全部は、電力を運ぶように設計された導体に横に並んで配置された熱電対線を含むことができる。いくつかの実施形態では、各システム導体は、電力デバイス（例えば、電力デバイス 5 0 0 a）内のセンサに接続された熱電対線を含み、電力デバイスが導体に沿った任意の点での温度上昇を検出することを可能にする。いくつかの実施形態では、短導体（例えば、入力導体 5 0 3 a、5 0 3 b 及び出力導体 5 0 4 a a、5 0 4 a b）にのみ熱電対線を配置することによって、コストを低減することができる。いくつかの実施形態では、各システム導体は、電力デバイス（例えば、電力デバイス 5 0 0 a）内のコントローラに結合された線形熱検出器（LHD）を含むことができる。いくつかの実施形態では、導体に沿った任意の点における温度の上昇は、LHD ワイヤを相互に接触させ、パルスの受信に応答して動作するように構成されたコントローラによって検出され得る電気パルスを誘発する。いくつかの実施形態では、短導体（例えば、入力導体 5 0 3 a、5 0 3 b 及び出力導体 5 0 4 a a、5 0 4 a b）にのみ LHD 線を配置することによって、コストを低減することができる。10

#### 【 0 0 4 0 】

図 5 は、P V パネルに結合されたアドオン電力デバイスを含むシステムを示す。いくつかの実施形態では、電力デバイス機能の一部または全部を P V パネルジャンクションボックスに埋め込むことができる。20

#### 【 0 0 4 1 】

ここで、例示的な実施形態による統合型太陽光発電パネルを示す図 6 を参照する。P V パネル 6 1 0 は、P V セル（明示されていない）と、P V セルから電力を受け取るように構成されたジャンクションボックス 6 0 7 とを備える。ジャンクションボックス 6 0 7 は、例示的な電力デバイス（例えば、図 3 に関して記載された回路 3 0 2 の要素のいくつかまたはすべて）に関して本明細書で説明される機能要素の一部または全部を含む統合型電力デバイスを特徴とすることができます。例えば、ジャンクションボックス 6 0 7 は、センサ 2 0 1 及び 2 1 0 と類似もしくは同一の温度センサ、制御デバイス 3 0 5 と類似もしくは同一のコントローラ、及び出力導体 6 0 4 a 及び 6 0 4 b を切断するように構成されたスイッチ（例えば、MOSFET）などの安全デバイスを含むことができる。いくつかの実施形態では、ジャンクションボックス 6 0 7 は、電力コンバータ 3 0 0、通信デバイス 3 0 3 及び MPP T 回路 3 0 6 とそれぞれ類似もしくは同一の電力コンバータ、通信デバイス及び MPP T 回路を含むことができる。出力導体 6 0 4 a 及び 6 0 4 b は、ジャンクションボックス 6 0 7 から出力された電力を運ぶように設計され、コネクタ 6 0 8 a 及び 6 0 8 b にそれぞれ固定されてもよい。多くの一般的な太陽光発電パネルは、ほぼ同一の長さの出力導体を特徴とし、隣接する P V パネルが相互に接続されるのに適切な長さであり得る。図 6 に示す実施形態のように、本開示のいくつかの実施形態では、一方の導体は他方の導体よりも長くてもよい。例えば、出力導体 6 0 4 b は、出力導体 6 0 4 a よりもかなり長くすることができる。数値例として、出力導体 6 0 4 b の長さは約 1 . 8 メートルであり、出力導体 6 0 4 a の長さは約 0 . 2 メートルであり得る。30

#### 【 0 0 4 2 】

非対称導体を使用して P V パネルを接続することは、いくつかの実施形態では、接続不良による温度上昇を検出する可能性を高める可能性がある。ここで、例示的な実施形態による P V ストリングの一部を示す図 7 を参照する。P V パネル 7 1 0 a、7 1 0 b、及び 7 1 0 c は、直列に接続されて、P V ストリングの一部を形成することができる。P V パネ40

ルは、PVセル（ジャンクションボックスとは反対側のパネルにPVセルが配置されているので、明示されていない）からの電力を受け取るように設計されたジャンクションボックス（例えば、PVパネル710aは、ジャンクションボックス711aを含む）を含んでもよい。導体は、ジャンクションボックスから出力された電力を運ぶことができる。導体720を、ストリング内の第1のパネルの低電圧出力導体（この例示的な実施形態ではPVパネル710a）に結合され、低電圧ストリングラインを形成することができる。高電圧ストリングラインを、ストリングを構成するPVパネルの出力導体の残りの部分を直列に接続することによって形成することができる。低電圧及び高電圧ストリングラインを、PVパネルによって生成されたDC電力を負荷（例えば、家庭、グリッドまたは電池）による消費される交流（AC）電力に変換するように設計された直流（DC）コンバインボックス、MPPT回路、電池充電回路またはPVインバータのような適切なデバイスに入力するように設計することができる。

#### 【0043】

図7に示す例示的な実施形態では、PVパネル710aがPVパネル710bに結合されている。導体720を、接続点CPaでパネル710aの低電圧導体704aaに結合することができる。PVパネル710aを、パネル710aの出力導体704baをパネル710bの出力導体704abに接続点CPbで接続することによってPVパネル710bに結合することができる。出力導体704baと704abとの間の接続に欠陥がある場合、接続点CPbの温度が上昇し、ジャンクションボックス711bに配置された温度センサ（例えば、本明細書に記載したように、センサ201、210または410と類似もしくは同一のセンサ）によって検出することができる。複数のPVパネルを類似の方法で相互に結合することができ、温度上昇を検出するように構成されたPVパネルに接続点を隣接することを可能にする。

#### 【0044】

いくつかの実施形態では、PVパネル出力導体の一部または全部は、上昇する温度に応答するかまたは測定するように設計された熱デバイスを含むことができる。例えば、いくつかの実施形態では、出力導体の一部または全部は、電力を運ぶように設計された導体に横に並んで配置された熱電対線を含むことができる。いくつかの実施形態では、各システム導体は、ジャンクションボックス（例えばジャンクションボックス711a）内のセンサに接続された熱電対線を含み、センサが導体に沿った任意の点での温度上昇を検出することを可能にする。いくつかの実施形態では、短導体（例えば、出力導体704aa、704ab）にのみ熱電対線を配置することによって、コストを低減することができる。いくつかの実施形態では、各システム導体は、ジャンクションボックス（例えばジャンクションボックス711a）内のコントローラに結合された線形熱検出（LHD）を含むことができる。いくつかの実施形態では、導体に沿った任意の点における温度の上昇は、LHD線を相互に接触させ、パルスの受信に応答して動作するように構成されたコントローラによって検出され得る電気パルスを誘発することができる。いくつかの実施形態では、短導体（例えば出力導体704aa、704ab）にのみLHD線を配置することによってコストを低減することができる。

#### 【0045】

ここで、例示的な実施形態による統合型電気ケーブルを示す図8Aを参照する。統合型ケーブル800は、導体（複数含む）801及び熱検出器802を含むことができる。導体（複数含む）801は、銅、アルミニウムまたは他の適切な導電性材料でできていてよい。図8Aの例示的な実施形態では、単一の導体を有する導体（複数含む）801が示されている。いくつかの実施形態では、導体（複数含む）801は、それぞれ適切な導電性材料で作られた複数の別個の導体（例えば、2、3、4、5、10、20またはさらには40本の導体）を含むことができる。熱検出器802は、線803及び804を含むことができる。いくつかの実施形態では、線803及び804と一緒に巻き付けて、接触点の温度を測定するように構成された熱電対のペアを形成することができる。例えば、線803及び804の端部を、PVストリングの接続点で熱電対のペアを介して接触点の温度を

測定するよう電力デバイス内に載置された温度センサ（例えば、電力デバイス 400 の温度センサ 401）または PV ジャンクションボックス（例えば、ジャンクションボックス 711a）に結合することができる。特定の閾値を超える温度が測定された場合、センサに結合されたコントローラ及び／または通信デバイスは、本明細書で開示された実施形態に従って、行動（例えば、潜在的に危険な状況を報告するかまたは回路を切断する）をとることができる。

#### 【0046】

さらに図 8A を参照すると、いくつかの実施形態では、熱検出器 802 は線形熱検出器（LHD）であってもよい。線 803 と 804 との間の絶縁体は、線 803 と 804 との間の電気的接触を生じさせるように、特定の温度で溶融するように設計された絶縁体を用いて断熱されてもよい。例えば、線 803 と 804 との間の絶縁体は、本明細書で記載したように、基準に対して設定された閾値で溶融するように設計されてもよい。一般的な LHD デバイスは、約 90、105、135 及び 180 で溶融するように設計された絶縁体を特徴とする。統合型ケーブル 800 の任意の点で過熱する場合には、局所温度が閾値温度を超えて上昇し、線 803 及び 804 を電気接觸させて短絡を生じさせることができ。線 803 及び 804 は、短絡を検出するように設計された回路を含む電力デバイス（例えば電力デバイス 400 の温度センサ 401）または PV ジャンクションボックス（例えばジャンクションボックス 711a）に結合され、検出時に結合されたコントローラ及び／または通信デバイスは、本明細書で開示された実施形態に従って行動（例えば、潜在的に危険な状況を報告する、または回路を切断する）をとることができる。

10

#### 【0047】

いくつかの例示的な実施形態では、導体（複数含む）801 から追加の分離及び絶縁を作り出すよう、線 803 及び 804 を絶縁体 806 内に封入することができる。統合型ケーブル 800 は、迅速かつ容易に配置するため導体（複数含む）801 及び熱検出器 802 を封入するケーシング 805 を含むことができる。

20

#### 【0048】

いくつかの実施形態では、熱検出器 802 は、過熱の可能性がある抵抗の変化を検出するために周期的に測定される線抵抗を有する単一線に直列に結合されたサーミスタまたは抵抗温度計を含むことができる。線抵抗は、線端部と測定電流との間に電圧を供給するなど、様々な方法で測定することができる。

30

#### 【0049】

統合型ケーブル 800 と類似もしくは同一の統合型ケーブルは、様々なシステムで使用され得る。いくつかの実施形態では、PV パネルまたは他の電源は、熱検出能力とともに電気接続を提供する 1 つ以上の統合型ケーブルを含むことができる。例えば、PV パネル（例えば、PV パネル 610）は、「規則的な」導体、及び統合型ケーブル 800 と同様のまたは類似の統合型ケーブルを含む 1 つの出力導体（例えば、出力導体 604a）とすることができる出力導体（例えば、出力導体 604b）を含むことができる。いくつかの実施形態では、PV 電力デバイス（例えば、電力デバイス 400）は、1 つ以上の統合型ケーブルを備えてもよい。例えば、PV 電力デバイス（例えば、電力デバイス 400）は、「規則的な」導体、及び統合型ケーブル 800 と類似のまたは同一の統合型ケーブルを含む 1 つの出力導体（例えば出力導体 404a）とすることができる 1 つの出力導体（例えば出力導体 404b）を特徴とすることができる。いくつかの実施形態では、PV 電力デバイスは、統合型ケーブルを含む 1 つ以上の入力導体（例えば、入力導体 403）を有することができる。いくつかの実施形態では、統合型ケーブルは、熱検出能力が電気安全性を向上させることができる、家庭、工場、ショッピングモールまたは任意の他の電気システムに配置することができる。統合型ケーブルを、電気システムの特に敏感な部分に、またはより広範囲にわたってシステム全体に配置することができる。

40

#### 【0050】

ここで、本開示の 1 つ以上の例示的な態様による統合型熱検出電気コネクタを示す図 8B を参照する。統合型コネクタ 811 は、外部 815、導体ピン 812 及び温度デバイスピ

50

ン 8 1 3 及び 8 1 4 を含むことができる。いくつかの実施形態では、統合型ケーブル 8 1 0 を、統合型コネクタ 8 1 1 に結合することができる。統合型ケーブル 8 1 0 は、導体ピン 8 1 2 に結合された導体（複数含む）8 0 1 と類似のもしくは同一の導体と、温度デバイスピン 8 1 3 及び 8 1 4 に結合された線 8 0 3 及び 8 0 4 と類似のもしくは同一の線とともに、図 8 A の統合型ケーブル 8 0 0 と類似または同一あってもよい。いくつかの実施形態では、統合型コネクタ 8 1 1 と類似のもしくは同一のコネクタは、電気デバイス内部または外部に電流を運ぶ導体ピン 8 1 2 、及び適切な制御デバイスに結合された温度デバイスピン 8 1 3 及び 8 1 4 とともに、P V 電力デバイス（例えば、D C / D C コンバータまたは D C / A C インバータ）などの電気デバイスの一部であってもよい。

#### 【 0 0 5 1 】

さらに図 8 B を参照すると、統合型コネクタ 8 2 1 は、外部 8 2 5 、導体室 8 2 2 及び温度デバイス室 8 2 3 及び 8 2 4 を含むことができる。いくつかの実施形態では、統合型ケーブル 8 2 0 を、統合型コネクタ 8 2 1 に結合することができる。統合型ケーブル 8 2 0 は、導体室 8 2 2 に結合された導体（複数含む）8 0 1 と類似もしくは同一の導体及び温度デバイス室 8 2 3 及び 8 2 4 に結合された線 8 0 3 及び 8 0 4 と類似のもしくは同一の線とともに、図 8 A の統合型ケーブル 8 0 0 と類似のもしくは同一であってもよい。いくつかの実施形態では、統合型コネクタ 8 2 1 と類似のもしくは同一のコネクタは、電気デバイスの内部または外部に入力電流を運ぶ導体室 8 2 2 、及び適切な制御デバイスに結合された温度デバイス室 8 2 3 及び 8 2 4 とともに、P V 電気デバイス（例えば、D C / D C コンバータまたは D C / A C インバータ）のような電気デバイスの一部であってもよい。

#### 【 0 0 5 2 】

統合型コネクタ 8 1 1 及び 8 2 1 は、相互に接続するために互いに嵌合するように設計することができる。導体ピン 8 1 2 を、導体室 8 2 2 に嵌合するように設計し、温度デバイスピン 8 1 3 及び 8 1 4 を、温度デバイス室 8 2 3 及び 8 2 4 に適合するように設計することができる。統合型コネクタ 8 1 1 及び 8 2 1 と類似のもしくは同一の統合型コネクタが相互に接続されたとき、それらのそれぞれの導電性及び温度検出要素は、導電性及び温度検出要素の直列ストリングのために、相互に結合されてもよい。

#### 【 0 0 5 3 】

図 7 に戻ると、いくつかの実施形態では、接続点 C P a 及び C P b は、統合型コネクタ 8 1 1 及び 8 2 1 と類似のもしくは同一の統合型コネクタを備えてもよい。導体 7 2 0 及び / または導体 7 0 4 a a 、 7 0 4 b a 、 7 0 4 a b 及び 7 0 4 b b は、統合型ケーブル 8 0 0 と類似もしくは同一であってもよい。いくつかの実施形態では 1 つの（図 7 には明示されていない）システム制御デバイスは、高電圧と低電圧の電力ラインの間に結合された電気デバイス（例えば、D C / D C コンバータ、D C / A C インバータ、及び / または複数の太陽光発電ストリングを並列に結合するため使用された太陽光発電コンバインアボックス）の一部あってもよい。統合型コネクタを使用して統合型ケーブル（例えば、導体 7 2 0 、 7 0 4 a a 、 7 0 4 b a 、 7 0 4 a b 、及び 7 0 4 b b ）を接続すると、熱デバイス（例えば、熱電対、L H D ）に結合することができ、コントローラを複数の場所に配置することなく、図 7 に示す P V ストリングの一部の任意の点でシステム制御デバイスが過熱を検出することが可能になる。

#### 【 0 0 5 4 】

ここで、本開示の 1 つ以上の例示的な態様による、導電体における過熱を検出する方法のフロー図を示す図 9 を参照する。ステップ 9 0 0 において、熱検知デバイスが構成される。熱検知デバイスは、熱電対、L H D または類似の熱検出デバイスであってもよい。熱検知デバイスを構成することは、1 つ以上の設計ステップを含むことができる。例えば、熱検出デバイスが L H D である場合、デバイスを構成することは、適切な温度で溶融する絶縁体を選択することを含むことができる。熱検出デバイスが熱電対デバイスである場合、デバイスを構成することは、デバイスをコントローラに接続し、コントローラが潜在的に安全でない温度として解釈する可能性のある閾値温度を設定することを含むことができる。ステップ 9 0 1 では、熱検知デバイスは、統合型ケーブル 8 0 0 と類似もしくは同一の

10

20

30

40

50

統合型ケーブルで、導体と一緒に配置することができる。デバイスを配置することは、P V 設備のような電気システムの構造の一部として、統合型ケーブルを他のシステムデバイスに物理的に接続することを含むことができる。ステップ 902 ~ 904 は、図 1 のステップ 102 ~ 104 と類似もしくは同一であってもよい。

#### 【0055】

いくつかの実施形態では、リアルタイムの動作情報を提供し、将来のシステム事象を予測するために、「通常の」システム動作中に温度測定値を記録することができる。例えば、図 3 に戻ると、回路 302 は、共通バス 320 を介してメモリデバイス 309、通信デバイス 303、及び制御デバイス 305 に結合されたセンサ 301 を含むことができる。センサ 301 によって測定された測定値は、メモリデバイス 309 に格納され、制御デバイス 305 によって処理され、及び / または通信デバイス 303 を介して外部メモリまたは制御デバイスと通信される。センサ 301 及び / またはセンサ（複数含む） / センサインターフェース 304 によって行われる測定を、潜在的に危険な状況の早期検出または予測を可能にする統計的パターンのため 1 つ以上の制御 / 処理デバイスによって分析することができる。多くのデバイスに配置された多くのセンサによって行われた測定は、大きな測定データベースを生成することができる。場合によっては、後に安全でない状態を経験したシステムから得られた測定値を、類似のシステムに現れ、今後の安全でない状態を示すことができる傾向を検出するよう分析してすることができる。

10

#### 【0056】

無数の予測モデリング及び / または検出技術を使用して、上昇しているまたは高い導体温度に起因する安全でない状態を検出または予測することができる。部分リストには、ベイジアン解析、機械学習、人工ニューラルネットワーク（ANN）、回帰分析、最大事後検定（MAP）が含まれる。例えば、いくつかの実施形態では、線形回帰を使用して、導体位置における温度及び他のシステム位置で測定された温度、電圧及び電流レベル、現在の高調波成分、太陽放射照度及び / または周囲湿度レベルのような他の測定可能システム変数との間の関係をモデリングすることができる。いくつかの実施形態では、ANN は、システム安全事象（例えば、過熱、火災など）の前に測定された履歴システムデータを使用して訓練されることによって、非線形関数をエミュレートし、導体過熱の次の事例を識別するように訓練することができる。

20

#### 【0057】

例示的な非限定的な例として、過去のデータは、接続点から 20 [cm] 以下に配置された温度センサによって測定された温度が 10 [秒] 間以上 100 を超え、温度が 1 / 秒以上で上昇し、接続点に流れる電流が 10 [A] 以上であると、接続点が過熱して火災が発生する可能性が高い。実際の閾値は、システムによって異なる可能性があり、上記の閾値は、例示的な例である。

30

#### 【0058】

ここで、例示的な実施形態の一態様によるフローチャートを示す図 10 を参照する。ステップ 110 では、センサからデータを収集し、「システム事象」を記録することができる。ステップ 110 は、1 日、1 ヶ月、1 年または数年などの期間にわたって行われてもよい。いくつかの実施形態では、ステップ 110 は、データベースからデータを購入することを含むことができる。センサデータは、これに限定されないが、電圧センサ、電流センサ、放射照度センサ、温度センサ、湿度センサ、及び / または風センサによって測定された測定値を含むことができる。システム事象には、通常の安全な動作条件の期間が含まれ、アーク、過熱、火災、システム障害、及び / または短絡状態などの安全でない条件も含まれる（ただしこれに限定されない）。ステップ 111 において、データ測定値のグループを特定のシステム事象と相關させるために設計されたパターン認識方法を使用して、パターンについてデータを分析することができる。パターン認識方法は、教師付き学習法及び教師なし学習法を含むことができ、統計的及び / または機械学習技術の様々な一群を含むことができる。

40

#### 【0059】

50

ステップ 112において、本方法はシステムセンサ測定値の監視を開始する。測定値を、ステップ 111で検出されたパターンに関して解釈することができる。いくつかの実施形態では、方法は、新しいサンプルが受信されるたびにステップ 113に進むことができ、いくつかの実施形態では、周期的な時間間隔で、または一連のサンプルが受信された後に、ステップ 113に進むことができる。いくつかの実施形態では、ステップ 112で得られた測定値をシステムデータベースに追加することができ、この方法は、周期的にステップ 110～111に戻り、最新のサンプルをセンサデータの集合に追加し、パターンを認識するためのセンサデータの収集を反復的に分析することができる。

#### 【0060】

ステップ 113において、本方法は、以前の測定値及びシステムを特徴付けるために開発されたモデルに基づいてシステム状態を評価することができる。例えば、この方法は、温度センサ（例えば、温度センサ 401 または図 4）によって測定された 100 の温度測定値が、システムが潜在的に安全でない状態にある可能性があることを示すと判定することができる。図 4 に示される実施形態に関連する別の例のように、本方法は、センサによる 85 の以前の温度測定とコネクタ 408a を流れる 10 [A] の電流測定（例えば、回路 402 を含む電流センサにより測定された）との組み合わせで、温度センサ 401 による 90 の温度測定値は、コネクタ 408a と対応するコネクタとの間の潜在的に安全でない接続を示すことができると判定することができる。

10

#### 【0061】

ステップ 113において、システムが安全に動作していると判定された場合、本方法は、センサ測定の継続的な監視のためにステップ 112に戻ることができる。潜在的に安全でない状態がステップ 113で検出された場合、方法はステップ 114に進むことができる。ステップ 114において、「潜在的に安全でない状態」のプロトコルに従うことができる。いくつかの実施形態では、「潜在的に危険な状態」のプロトコルは、システムの一部を電流から自動的に切断するコントローラを含むことができる。いくつかの実施形態では、コントローラは、通信デバイスを介して、有線及び／または無線ネットワーク（複数含む）／インターネット／イントラネット、及び／またはコンピュータ、スマートフォン、タブレットなどの任意の数のエンドユーザデバイス（複数含む）及び／またはネットワークオペレーションセンター及び／またはモニタリングセンターに位置することができるサーバなどの他のデバイスを含むことができる。これらのデバイスを、危険状態の警告を生成し、危険状態がいつ起こるかを判定し、危険状態のタイプを検出し、及び／またはシステムの特定の部分を劣化または消滅させるよう行動するために利用することができる。これらの警告は、音声及び／または視覚的であり得る。それらは、例えば、ビープ音、トン、サイレン、LED、及び／または高ルーメン LED であってもよい。

20

#### 【0062】

図 10 に示す方法は、ローカルまたはリモートのいずれかの 1 つ以上の制御デバイスによって実行され、データ共有及び通信は様々な制御デバイス間で行われる。

#### 【0063】

ここで、例示的な実施形態によるシステム制御アーキテクチャを示す図 11 を参照する。ローカル電気システム 120 は、センサ（複数含む）／センサインターフェース 121、コントローラ（複数含む）122、通信デバイス 123、及びローカルメモリデバイス 124 に結合されてもよい。様々なローカルシステムデバイス間の相互作用は、先に開示された実施形態に関して上述したものと類似であってもよい。サーバ 126、データベース 127 及び通信デバイス 128 は、例えば、管理、監視、指揮統制センターにおけるように離れて配置されてもよい。通信デバイス 128 及び 123 は、セルラ通信などの有線または無線通信方法を使用して通信するように、または電力線通信を使用して通信するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、図 10 の方法のステップは、ローカルコントローラ（複数含む）122 のみによって実行され、いくつかの実施形態では、ステップは、ローカルコントローラ（複数含む）122 とリモートデバイスの両方によって実行される。例えば、いくつかの実施形態では、ステップ 110 は、データを購入し、データ

30

40

50

をデータベース 127 に格納することによって実行されることができ、ステップ 111 は、サーバ 126 によって実行されることができ、ステップ 112 は、ローカルセンサ / センサインターフェース 121 及びコントローラ 122（複数含む）によって実行されることができ、ステップ 113 はサーバ 126 によって実行されることができ、ステップ 114 はコントローラ（複数含む）122 によって実行されることができる。いくつかの実施形態では、ステップ 110 は、経時的に測定を行い、通信デバイス 128 及び 123 を介してデータをデータベース 127 に転送するセンサ / センサインターフェース 121 によって実行されることがある。いくつかの実施形態では、ステップ 114 において、通信デバイス 128 は、潜在的に危険な状態を報告して、ユーザインターフェース 130 に警告を送信することができる。いくつかの実施形態では、方法全体（ステップ 110 ~ 114）は、ローカルデバイスによって実行されることがある。

10

#### 【0064】

本明細書に開示された例示的な実施形態では、開示された新規な特徴を利用し得るエネルギー源を例示するために太陽光発電パネルが使用される。いくつかの実施形態では、エネルギー源は、太陽光発電パネルに加えて、またはその代わりに、太陽の帯状板、電池、風力または水力タービン、燃料電池または他のエネルギー源を含むことができる。本明細書で開示される温度検出方法、予測技術及び他の技術は、上に列挙したような代替エネルギー源に適用することができ、エネルギー源としての太陽光発電モジュールのほとんど排他的な言及は、この点で限定することを意図しない。

20

#### 【0065】

ここでは、様々な接続が要素間に示されていることに留意されたい。これらの接続は一般的に説明されており、別段の指定がない限り、直接的または間接的である可能性があり、この明細書はこれに関して限定することを意図するものではない。さらに、一実施形態の要素は、他の実施形態の要素と適切な組み合わせまたは副次的な組み合わせで組み合わせることができる。例えば、図 8A の統合型ケーブル 800 は、電力デバイス 400 の出力導体 404a として、または PV パネル 610 の出力導体 604a として使用することができる。図 11 に示され図 10 の方法に関して説明されたアーキテクチャは、図 1 の方法の全部または一部を実施するために使用することができる。

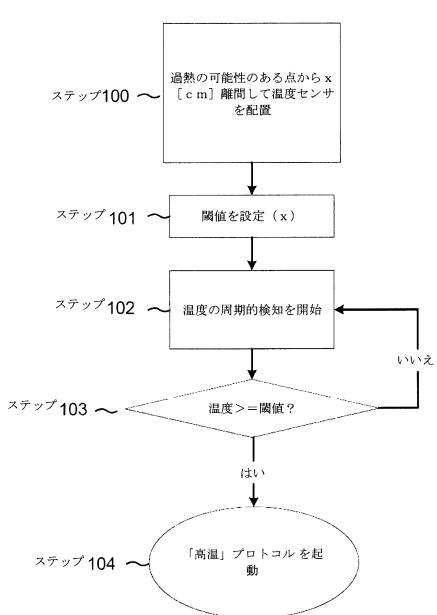
30

40

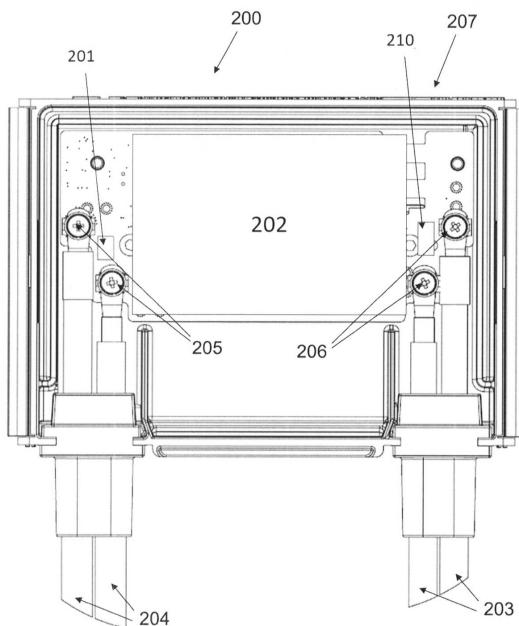
50

【図面】

【図 1】



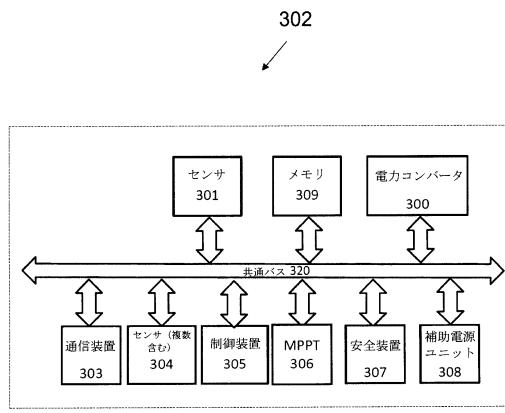
【図 2】



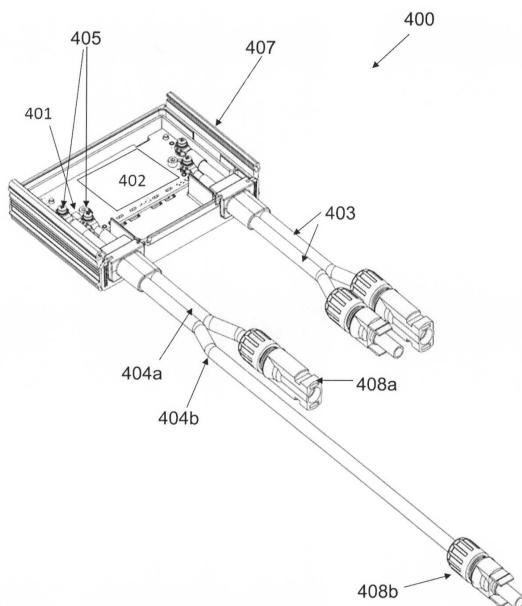
10

20

【図 3】



【図 4】

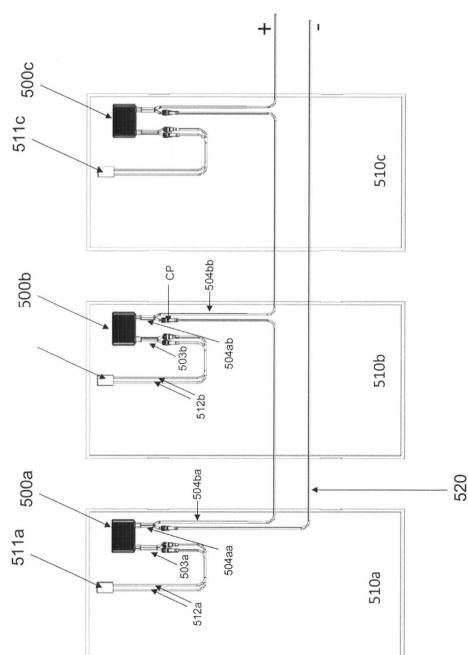


30

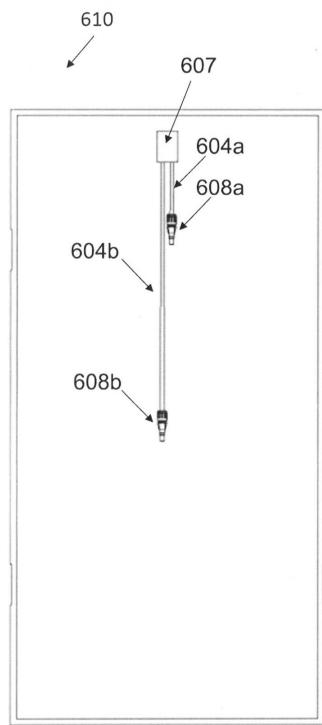
40

50

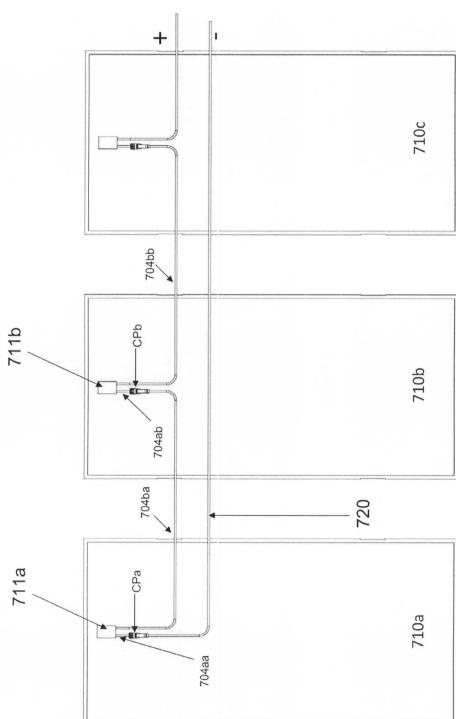
【図5】



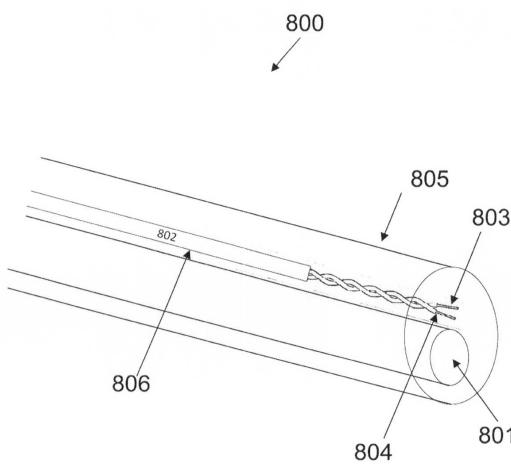
【図6】



【図7】



【図8A】



40

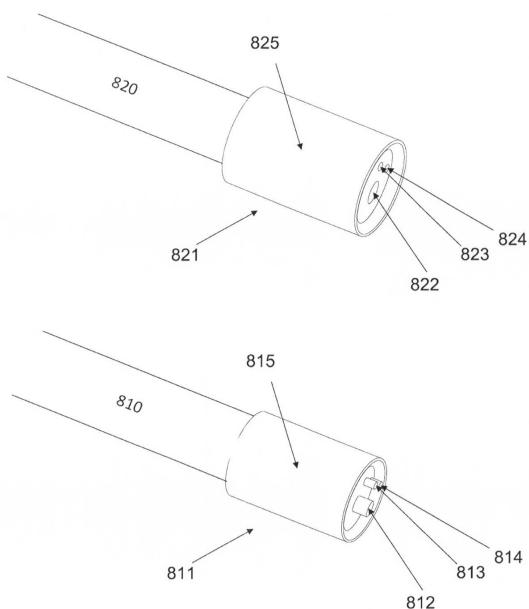
10

20

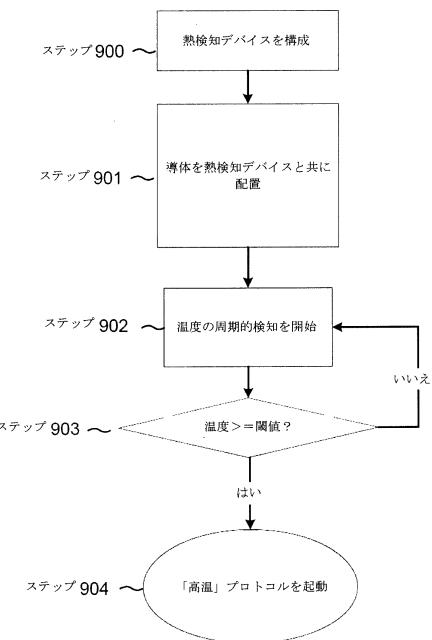
30

50

【図 8 B】



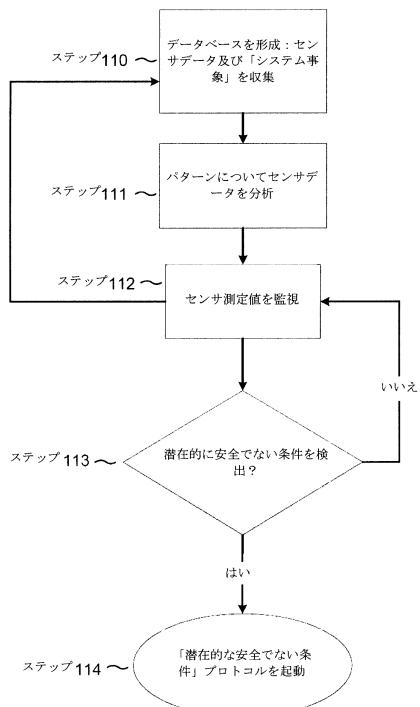
【図 9】



10

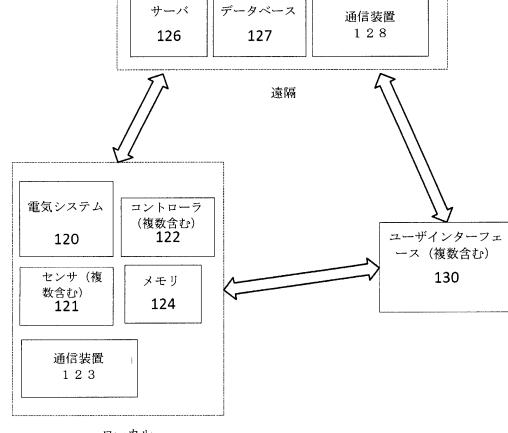
20

【図 10】



30

40



50

---

フロントページの続き

(72)発明者 ガーシュマン、イスラエル  
イスラエル国、4673335 ヘルツリーヤ ハマダ ストリート 1 ソーラーエッジ テクノロジーズ リミテッド内

(72)発明者 セラ、ガイ  
イスラエル国、4673335 ヘルツリーヤ ハマダ ストリート 1 ソーラーエッジ テクノロジーズ リミテッド内

審査官 石坂 知樹

(56)参考文献 特開2010-032395 (JP, A)  
特開平09-327178 (JP, A)  
米国特許出願公開第2015/0288329 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H02M 3/00  
H02M 7/48