

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回路遮断器（30）によりアークフラッシュを検出する方法であって、
前記回路遮断器（30）内の光の存在を検出するステップ（104）と、
前記回路遮断器（30）の接点アーム（36）の位置を示す回路遮断器パラメータを検出するステップ（108）と、
固定期間に渡ってアークフラッシュ検出器の応答を遅延させるステップ（114）と、
前記光が依然として検出される場合、前記固定期間後、前記回路遮断器をトリッピングさせるステップ（110）と、を備える方法。

【請求項 2】

前記回路遮断器パラメータを検出するステップ（108）は、前記回路遮断器の入力側と出口側との間の電位を測定するステップを含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

更に、測定電圧の導関数（70）を求めるステップを備える、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記アークフラッシュ検出器の応答を遅延させるステップ（114）は、前記光の存在を検出するステップ（104）に応答して前記電圧導関数の値が変化する場合に実行される、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

更に、前記回路遮断器を開放する信号を受信すると共に、前記信号を受信することに応答して、前記アークフラッシュ検出器の応答を遅延させるステップ（114）を実行するステップを備える、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

回路遮断器（30）であって、
筐体（31）と、
前記筐体（31）の一端に位置する入口端子（52）と、
前記筐体（31）の一端に位置し、前記入口端子（52）に電氣的に結合された出口端子（54）と、
前記筐体（31）内に位置し、前記入口端子（52）と前記出口端子（54）との間に電氣的に結合された稼働接点アーム（36）と、
前記筐体（31）内の光の存在を検出するように位置決めされた光センサ（48）と、
回路遮断器パラメータを測定するように結合されたパラメータセンサ（50）と、
前記光センサ（48）と前記パラメータセンサ（50）との間に電氣的に結合されると共に、前記光センサ（48）及び前記パラメータセンサ（50）からの信号に応答して、前記回路遮断器（30）の遅延トリッピングに対応するアークフラッシュ検出器（34）と、を備える回路遮断器（30）。

【請求項 7】

前記パラメータセンサ（50）は、前記入口端子（52）と前記出口端子（54）との間に適切に動作可能に結合された変圧器（78）である、請求項 6 記載の回路遮断器（30）。

【請求項 8】

前記パラメータセンサ（50）は、回路遮断器開放デバイス（38）からの信号に応答する、請求項 6 記載の回路遮断器。

【請求項 9】

前記回路遮断器開放デバイスは、過電流継電器（56）である、請求項 8 記載の回路遮断器（30）。

【請求項 10】

前記回路遮断器開放デバイスは、手動回路遮断器開放スイッチ（40）である、請求項 8 記載の回路遮断器（30）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アークフラッシュ防止及び軽減技術に関し、特に、低電圧回路遮断器における迷惑なトリップングの防止に関する。

【背景技術】

【0002】

電力回路及び開閉装置は、絶縁体により分離された伝導体を有する。空隙は、一部の領域において、この絶縁体の一部又は全部として機能する場合が多い。伝導体が互いに近すぎる場合、或いは電圧が絶縁体の特性を上回る場合、伝導体間にアークが生じる可能性がある。伝導体間の空気又は任意の絶縁体（気体又は固体誘電体）は、イオン化し、導電性となり、アーク放電を可能にする場合がある。アーク温度は、20,000℃に達し、伝導体及び隣接する材料を気化させ、大きなエネルギーを放出する可能性がある。

【0003】

アークフラッシュは、相間、相－中性点間、又は相－接地間の急激なエネルギー放出の結果である。アークフラッシュは、高熱、強い光、圧力波、及び音波／衝撃波を発生させる可能性がある。しかしながら、アークフラッシュ電流は、通常、短絡電流よりも遙かに小さいため、アークフラッシュ状態を扱うように遮断器が選択されていない限り、回路遮断器のトリップングが遅延すること又はトリップングが生じないことが予想される。国家環境政策法（NEPA）、職業安全衛生管理局（OSHA）、及び電気電子技術者協会（IEEE）等の機関及び規格では、個人用保護服及び保護具によりアークフラッシュ問題の規制を行っているが、アークフラッシュを除去するために規制により定められた機器は存在しない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

通常、アークフラッシュは、少なくとも部分的には、アークが放出する光を検出する光センサ又は光検出器の使用により検出される。こうした光センサは、光に対して非常に感度が高く、周囲環境からの明るい光により始動され得る。この周辺光条件に対する感度は、回路遮断器の迷惑なトリップングを引き起こし、保護回路に対する電力の不必要な損失を発生させる

したがって、現在のアークフラッシュ検出システムは、その本来の目的には適しているが、この技術には、アークフラッシュ事象の誤検出を低減又は除去するアークフラッシュ検出の仕組みに対する必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

回路遮断器によりアークフラッシュを検出する方法を提供する。方法は、回路遮断器内の光の存在を検出することを含む。回路遮断器内の接点アームの位置を示す回路遮断器パラメータを検出する。固定期間に渡ってアークフラッシュ検出器の応答を遅延させる。最後に、光が依然として検出される場合、固定期間後、回路遮断器をトリップングさせる。

【0006】

更に、筐体を有する回路遮断器を提供する。入口端子は、筐体の一端に位置決めされる。出口端子も、筐体の一端に位置決めされ、出口端子は、入口端子に電氣的に結合される。稼働接点アームは、筐体内に配置されており、接点アームは、入口端子と出口端子との間に電氣的に結合される。光センサは、筐体内の光の存在を検出するように位置決めされる。パラメータセンサは、回路遮断器パラメータを測定するように結合される。アークフラッシュ検出器は、光センサとパラメータセンサとの間に電氣的に結合され、アークフラッシュ検出器は、光センサ及びパラメータセンサからの信号に応答して、回路遮断器の遅延トリップングに対応する。

【0007】

更に、光センサ及びパラメータセンサを有する回路遮断器を提供する。トリップユニッ

トは、光センサ及びパラメータセンサに電氣的に結合される。トリップユニットは、光センサ及びパラメータセンサからの信号を受信することに応答して、回路遮断器のトリッピング反応を遅延させるための実行可能なコンピュータ命令に応答するコントローラを有する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態例によるアークフラッシュ検出システムを備えた電気回路の概略図である。

【図2】変圧器を使用するアークフラッシュ検出システムの実施形態の概略図である。

【図3】接点アーム分離中の回路遮断器の電圧及び電流曲線のグラフ表現を示す図である。

10

【図4】図2の実施形態に対する電気回路の概略図である。

【図5】回路遮断器機構に関連する回路遮断器パラメータセンサを有する回路遮断器の平面図である。

【図6】回路遮断器が開状態にある、図5の回路遮断器の平面図である。

【図7】実施形態例によるアークフラッシュ検出方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の上記及び他の特徴、態様、及び利点は、各図を通して同様の参照符号が同様の要素を表す添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むことで良く理解されよう。

20

【0010】

アークフラッシュ事象検出用システムは、回路遮断器等のデバイスに一体化され、電力の遮断を可能にし、アークフラッシュが引き起こす損傷を最小化する。図1は、単一の制御可能な回路遮断器30により保護された三本のバス24、26、28それぞれに三相電力A、B、Cを提供する電源22を備えた電気回路20を示す。電力は、バスを介して一つ以上の負荷32へ提供される。

【0011】

回路遮断器30は、一般に、例えば短絡等、異常な動作条件下において開放されるように準備される。しかしながら、アークフラッシュ30の場合、アークフラッシュを流れる電流は回路遮断器30をトリップさせる短絡の電流レベルよりも少ないため、回路遮断器が開放されない場合がある。この付加的な機能レベルを提供するために、アークフラッシュ検出器34は、回路遮断器30の動作状態を監視してアークフラッシュ事象を検出する。

30

【0012】

回路遮断器30は、更に、電流が電源22から負荷32へ流れる閉状態と、電力の流れが遮断される開状態との間で移動するように準備された一本以上の接点アーム36を含む。接点アーム36は、回路遮断器30を電源22に電氣的に接続する入口端子52に電氣的に結合される。接点アーム36は、更に、例えば、開放スイッチ又はハンドル40により操作者が起動した際に閉位置から開位置へ接点アーム36を移動させるバネ及び連結部等の構成要素を含む機構38に結合される。機構は、更に、異常動作状態の際に接点アーム36の迅速な開放を可能にするトリップバー組立体42を使用する。

40

【0013】

機構38は、更に、トリップユニット44に結合される。トリップユニット44は、回路遮断器30の動作を制御するためのコンピュータ命令を実行するプロセッサを備えたコントローラを有する電子式にしてよい。トリップユニット44は、異常動作状態の際にトリップバー組立体42を起動させる磁石又は熱反応デバイス等の構成要素を組み込んだ機械組立体にしてもよい。トリップユニット44が電子ユニットである場合、一組の変流器46は、回路遮断器30を介してバス24、26、28へ流れる電流レベルを示す信号を提供する。

【0014】

50

回路遮断器 30 は、更に、アークフラッシュ検出器 34 に電氣的に結合された第一のセンサ 48 及び第二のセンサ 50 を含む。以下に更に詳細に説明するように、アークフラッシュ検出器 34 は、第一のセンサ 48 及び第二のセンサ 50 から受信したデータを使用して、アークフラッシュ事象が発生しているか、或いは、事象が正常な又は予期された動作状態であるかを判断する。実施形態例において、第一のセンサ 48 は、光センサ又は光検出器である。光センサ 48 は、光センサ 48 内の検出器に衝突する光の光子に応答して信号を送信する。アークフラッシュは光を生成するため、光センサからの信号の送信は、アークフラッシュ事象の指標となる。しかしながら、回路遮断器 30 の筐体 31 内には、同じく光を生成し得る他の事象も存在する。例えば、回路遮断器が閉位置と開位置との間で操作された場合、接点アームの接点と、回路遮断器の出口端子 54 に結合された静止接点との間では、瞬間的にプラズマアークが形成される。この種のプラズマアークは、電気接点分離が分離され、電流が遮断されると常に形成される。アークフラッシュ検出器 34 は、回路遮断器 30 の正常動作により生じる光検出器 48 からの信号を区別する必要があることを理解されたい。

10

【0015】

アークフラッシュ事象を正常動作から区別するために、アークフラッシュ検出器 34 は、回路遮断器パラメータセンサ 50 からのデータを利用する。回路遮断器パラメータセンサ 50 は、回路遮断器 30 の動作を示すものを提供する任意の種類のセンサにしてよく、こうした種類のセンサは、一部として、変圧器、接点アーム 36 に結合されたインジケータスイッチ、機構 38 に結合されたインジケータスイッチ、トリッピングバー組立体 42 に結合されたインジケータスイッチ、又は、過電流センサ 56 等の外部デバイスに電氣的に結合されたセンサを含む。回路遮断器パラメータセンサ 50 の例は、例示的なものであり、特許請求の範囲は、これによりその範囲を限定されるべきではない。

20

【0016】

アークフラッシュ検出器 34 は、ブロック 58 に示したように、光センサ 48 からの信号、変流器 46 及びパラメータセンサ 50 からの電流レベルを比較するための、実行可能なコンピュータ命令において実施されたアルゴリズムを含む。光センサ 48 から信号を受信し、変流器 46 が異常な電流レベルを測定した場合、アークフラッシュ検出器 34 は、回路遮断器 30 の動作状態を判断する。接点アームが閉位置にあることをパラメータセンサ 50 が示す場合、光センサ 48 が検出した光は回路遮断器接点の分離によるものではないため、これはアークフラッシュ事象が発生中であることを示すものとなる。アークフラッシュ検出器 34 は、次に、ブロック 60 へ進み、信号がトリップユニット 44 へ送信され、この時点で機構 38 が起動されて回路遮断器接点の分離が生じ、電力の流れが遮断される。ブロック 58 が否定を返した場合、光センサ 48 が信号を送信しており且つ少なくとも一本の接点アーム 36 が移動したことをパラメータセンサ 50 が示していることを意味する。例えば、過電流センサ 56 が高電流レベルを示した場合、これは、障害を除去するために回路遮断器がトリップするであろうことを示す。アークフラッシュ検出器は、ブロック 62 へ進み、アークフラッシュ検出器 34 の応答が行われる。所定の期間の後、アークフラッシュ検出器 34 は、正常な状態へ戻る。

30

【0017】

次に図 2 乃至 4 を参照すると、実施形態例が図示されており、ここでパラメータセンサ 50 は、回路遮断器 30 に結合された変圧器 64 である。変圧器 64 は、回路遮断器 30 の入口端子 52 側に電氣的に結合された第一の接続を含む。変圧器 64 の第二の接続 68 は、回路遮断器 30 の出口端子 54 側に電氣的に結合される。変圧器 64 は、高い精度での電圧の測定を可能にする変成器の一種である。変圧器は、高いレベルの電圧及び電流を、通常の測定機器を使用して直接測定可能な低いレベルへ移行させる。

40

【0018】

動作中、アークフラッシュ検出器 34 は、回路遮断器 30 における電流及び電圧の測定値を受領する。状態が正常である場合、図 3 の線 70 により示したように、電圧測定値の導関数 dV/dT は、ゼロ又はゼロに近くなる。したがって、例えば、区間 72 のように

50

dV/dT 曲線がゼロである時、これは、接点アーム 36 が閉じており、移動していないことを示すものとなる。接点アーム 36 が移動すると、例えば、区間 74 に示したように dV/dT 曲線は変化する。この dV/dT 曲線の変化は、接点アーム 36 が開いており且つアークフラッシュ検出器 34 が光センサ 48 の信号に対する応答を、区間 74 の終了点等まで遅延させていることを示す。区間 74 の終了点、例えば、点 76 において、光センサ 48 が依然として信号を送信している場合、これは、アークフラッシュ事象が発生していたことを示す。この状況において、接点アーム 36 は既に移動してアークフラッシュが発生しており、アークフラッシュ検出器は、電力の流れを遮断するため、或いはこの技術において公知である他のアークフラッシュ軽減手法を使用するために、上流の回路遮断器（図示無し）へ信号を送る等、付加的なステップを講じ得る。

10

【0019】

したがって、実施形態例において、アークフラッシュ検出器 34 は、変圧器出力 78、変流器出力 80、及び光センサ出力 82 からデータを入力として取り出す。こうした入力は、予想される動作状態に対する公知の値と比較され、論理決定木に従って、例えば、アークフラッシュ応答の遅延 84 等、どの動作を行う必要があるかを判断する。したがって、アークフラッシュ検出方法は、アークフラッシュ事象が発生していない時に、回路遮断器 30 の迷惑なトリッピングを低減する。迷惑なトリッピングの低減により、電気回路 20 の維持及び運用コストが減少する。

【0020】

次に、図 5 及び 6 を参照すると、回路遮断器パラメータセンサ 50 が、例えば、マイクロスイッチ 86 等のスイッチである別の実施形態が図示されている。上述したように、回路遮断器 30 は、入口端子 52 と出口端子 54 との間に結合された接点アーム 36 を含む。回路遮断器機構 38 は、連結部 88、90 を介して接点アーム 36 に結合される。連結部 88、90 は、機構 38 と共に、閉鎖バネ 96 の力により接点アーム 36 を閉鎖させる。連結部 88、90 は、トリップバー組立体 42 等により解除されるまで、バネ 94 の力に逆らって、更に接点アーム 36 を閉位置に保持する。

20

【0021】

動作中、接点アーム 36 が閉位置にある間（図 5）、マイクロスイッチ 86 は、開位置にある。例えば、トリップユニット 44 により検出された障害のため、或いは機構 38 の起動により、接点アームが開いた時（図 6）、連結部 88、90 は、ピボット 92 を中心に接点アーム 36 を回転させる運動を開始する。この回転は、例えば、バネ 94 等のバネが及ぼす力によるものである。接点アーム 36 の回転は、電力の遮断を発生させ、電気回路を電源 22 から切断する。

30

【0022】

連結部 88、90 が閉位置から開位置へ移動する際に、連結部 90 の表面は、マイクロスイッチ 86 と相互作用する。この相互作用により、マイクロスイッチ 86 は、開位置から閉位置へ移動する。マイクロスイッチ 86 の閉鎖により、アークフラッシュ検出器 34 への信号の送信を発生させる回路が完成する。上述したように、接点アーム 36 の開放により、瞬間的なプラズマアークが形成され、光センサ 48 により検出され得る。マイクロスイッチ 86 閉鎖時の信号の送信は、アークフラッシュ検出器 34 に対して、接点アーム 36 が開いていることと、検出器 34 の応答を遅延させるべきであることを示す。したがって、迷惑なトリッピングと、アークフラッシュ事象の誤った指示とを回避し得る。マイクロスイッチ 86 は連結部 90 と相互作用するものとして図示されているが、この図示は、例示的なものであり、マイクロスイッチ 86 は、例えば、連結部 88 等、機構 38 内の任意の連結部と相互作用するように準備してよいことを理解されたい。更に、マイクロスイッチ 86 は、接点アーム 36 が開いていることを示す信号を送信するのに要する時間を更に最小化するために、接点アーム 36 と直接相互作用するように準備してもよい。

40

【0023】

アークフラッシュ検出器 34 は、アークフラッシュ検出器が本明細書において説明した方法を実現することを可能にするコンピュータ命令を受信、格納、及び実行できる一つ以

50

上のプロセッサ及び関連電子部品（図示無し）を含み得る。図7に、迷惑なトリップとアークフラッシュ事象の誤った指示を最小化するためのプロセス100の一例を示す。プロセス100は、ブロック102において開始し、判断ブロック104へ進み、ここで、光センサ48により光が検出されたかを判断する。判断ブロック104が否定を返した場合、プロセス100はループして開始ブロック102へ戻り、プロセス100が再開される。

【0024】

判断ブロック104が肯定を返した場合、プロセス100は、判断ブロック106へ進み、変流器46により測定された何らかの異常な電流レベルが存在するかを判断する。異常な電流測定値が存在しない場合、プロセス100は、再度ループして開始ブロック102へ戻る。判断ブロック106が肯定を返した場合、プロセス100は、ブロック108へ進み、回路遮断器が開放中であるという何らかの信号を回路遮断器パラメータセンサ50が提供したかを判断する。図5乃至6に関連する上記の例を使用すると、マイクロスイッチ86が起動されていない場合、判断ブロック108は、否定を返す。これは、アークフラッシュ事象の発生を示し得る。次に、プロセス100は、ブロック110へ進み、ここで回路遮断器機構はトリップされ、連結部88、90がバネ94の力により移動するのを可能とし、電気回路20への電流の流れを遮断する。その後、プロセス100は、ブロック112において停止する。

【0025】

判断ブロック108が肯定を返す場合、これは、接点アーム36が開放中であり、光センサ48により検出された光がアークフラッシュ事象によるものではないことを示す。プロセス100は、次に、ブロック114へ進み、ここでアークフラッシュ検出器34の応答を所定の時間量に渡って遅延させる。例えば、図3の点76等において、この期間が終了すると、光センサ48が依然として光を検出しているかを判断ブロック116において判断する。判断ブロック116が肯定を返す場合には、光が依然として検出されることを意味し、プロセス100は、ブロック110へ移行し、ここで、回路遮断器はトリップされ、プロセスは、ブロック112において停止する。判断ブロック116が否定を返す場合、プロセス100は、ループして開始ブロック102へ戻り、再開される。

【0026】

集積論理回路コンポーネントのブロック図により本発明の実施形態を説明及び図示してきたが、本発明の範囲はこれにより限定されず、本発明は、個別論理回路コンポーネントを利用し得る、或いは、ソフトウェアに組み込まれたものではなく、機械式のタイミング遅延を利用し得るアークフラッシュ検出器にも応用されることは理解されよう。

【0027】

実施形態例を参照して本発明を説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく、その要素を様々に変化させ得ること、及び等価物により代用し得ることは理解されよう。更に、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく、特定の状況又は材料に適応させるために、本発明の教示内容に対して多数の変更を加え得る。したがって、本発明は、本発明を実施するのに最良又は唯一の形態と考えられるものとして開示した特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明は、添付特許請求の範囲に含まれるあらゆる実施形態を含む。また、図面及び説明において、本発明の実施形態例を開示してきており、具体的な用語が採用されている場合もあるが、これらの用語は、特に記述がない限り、一般的且つ説明的な意味でのみ使用されており、限定の目的では使用されておらず、したがって、本発明の範囲はこれらにより限定されない。更に、第一、第二といった用語の使用は、何らかの順序又は重要性を示すものではなく、第一、第二といった用語は、ある要素を他の要素から区別するために使用されている。更に、「a」、「an」、「etc.」という言葉の使用は、量の制限を示すものではなく、少なくとも一つの言及物の存在を示している。

【符号の説明】

【0028】

20 電気回路

10

20

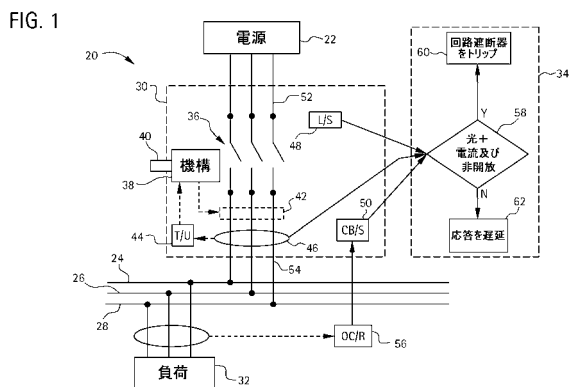
30

40

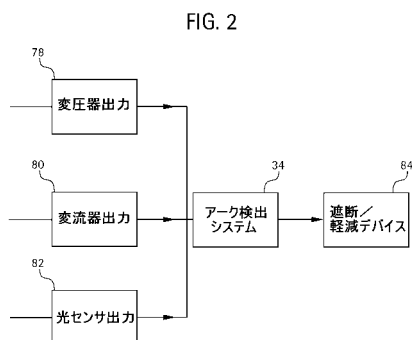
50

- | | |
|-----|---------------|
| 2 2 | 電源 |
| 2 4 | バス A |
| 2 6 | バス B |
| 2 8 | バス C |
| 3 0 | 回路遮断器 |
| 3 2 | 負荷 |
| 3 4 | アーク障害検出 |
| 3 6 | 接点アーム |
| 3 8 | 機構 |
| 4 0 | ハンドル |
| 4 2 | トリッピングバー組立体 |
| 4 4 | トリップユニット |
| 4 6 | 変流器 |
| 4 8 | 光センサ |
| 5 0 | 回路遮断器パラメータセンサ |

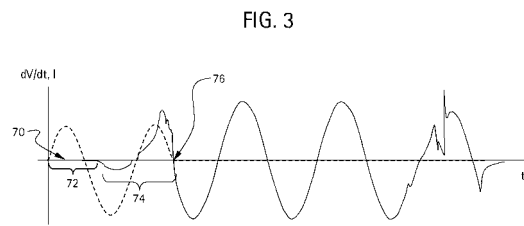
【 図 1 】



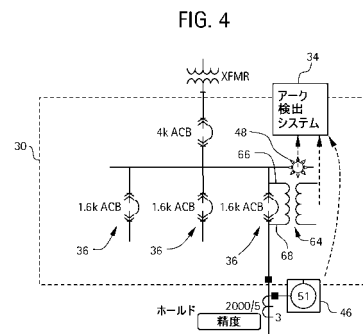
【図 2】



【図 3】

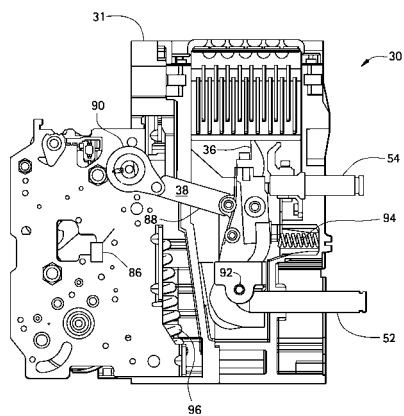


【図 4】



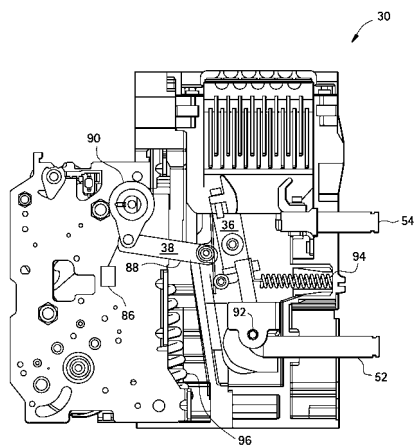
【図 5】

FIG. 5



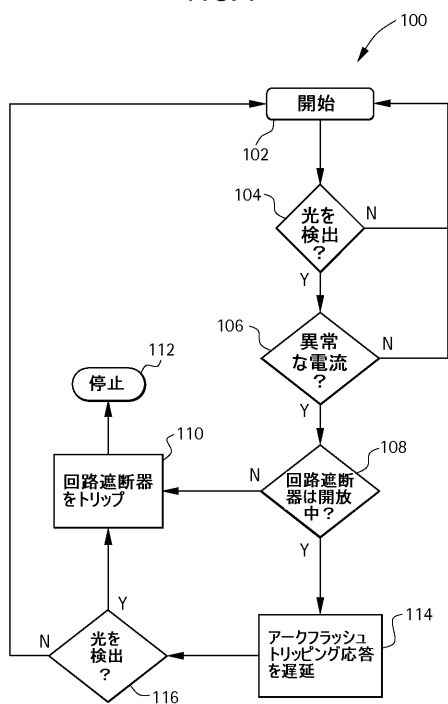
【図 6】

FIG. 6



【図 7】

FIG. 7



フロントページの続き

(72)発明者 ジョージ・ウィリアム・ロスコー

アメリカ合衆国、コネチカット州、ウェストハートフォード、ヒルクレスト・アベニュー、158
番、アパートメント・ビー

(72)発明者 トーマス・フレデリック・パパッロ, ジュニア

アメリカ合衆国、コネチカット州、ファーマントン、ワイルドウッド・ロード、8番

Fターム(参考) 2G014 AA15 AA25 AB09 AC19

5G027 AA24