

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5571782号
(P5571782)

(45) 発行日 平成26年8月13日 (2014. 8. 13)

(24) 登録日 平成26年7月4日 (2014. 7. 4)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 R 31/12 (2006. 01)
GO 1 J 1/02 (2006. 01)GO 1 R 31/12 A
GO 1 J 1/02 M

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-516136 (P2012-516136)
 (86) (22) 出願日 平成22年6月10日 (2010. 6. 10)
 (65) 公表番号 特表2012-530897 (P2012-530897A)
 (43) 公表日 平成24年12月6日 (2012. 12. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/038078
 (87) 国際公開番号 W02010/147832
 (87) 国際公開日 平成22年12月23日 (2010. 12. 23)
 審査請求日 平成25年6月7日 (2013. 6. 7)
 (31) 優先権主張番号 12/486, 775
 (32) 優先日 平成21年6月18日 (2009. 6. 18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーク閃光検出システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アークを検出するための装置であって、
 単一位置からのアーク閃光の複数の特性を同時検出するための、複合ユニットとして構成された複数のファイバセンサを有するファイバセンシングモジュールと、
 前記アーク閃光の複数の特性を処理し、かつ、アーク故障信号を生成するためのプロセッサと、
 前記アーク故障信号に基づいて前記アーク閃光を抑制するための保護デバイスと、
 を備え、
前記アーク閃光の複数の特性が、紫外光特性、温度特性、圧力特性および音響特性のうち
の少なくとも 1 つを含む、
 装置。

10

【請求項 2】

前記複数のファイバセンサによって検出される前記アーク閃光の複数の特性を分割するためのスプリッタをさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記スプリッタに結合された 1 つまたは複数のフィルタをさらに備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記複数の特性が複数の位置でセンシングされる、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の

20

装置デバイス。

【請求項 5】

前記ファイバセンシングモジュールが、ファイバ光センサ、ファイバ熱センサおよびファイバ音響センサのうちの 1 つまたは複数を備える、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の装置。

【請求項 6】

アーク閃光検出システムであって、
アーク閃光の複数の特性を検出するための複数のファイバセンサを備えたファイバセンシングモジュールと、

前記ファイバセンシングモジュールに結合された光スプリッタと、

前記光スプリッタに結合された複数のフィルタと、

前記フィルタに結合されたプロセッサであって、複数のアーク閃光特性の検出に基づいてアーク故障信号を生成するように構成されたプロセッサと、
を備え、

前記複数のアーク閃光特性が、紫外光特性、温度特性、圧力特性および音響特性のうちの少なくとも 1 つを含む、

アーク閃光検出システム。

【請求項 7】

アーク閃光検出システムであって、

配電システム内の複数の位置に配置され、アーク閃光の複数の特性を検出する複数のファイバセンシングモジュールと、

前記アーク閃光特性を分割するための少なくとも 1 つの光スプリッタと、

前記アーク閃光の位置を計算し、かつ、アーク故障信号を生成するためのプロセッサと

、
前記アーク故障信号に基づいて前記配電システムへの電力供給を遮断するための保護デバイスと、
を備え、

前記アーク閃光の複数の特性が、紫外光特性、温度特性、圧力特性および音響特性のうちの少なくとも 1 つを含む、

アーク閃光検出システム。

【請求項 8】

前記ファイバセンシングモジュールが、ファイバ光センサ、ファイバ熱センサおよびファイバ音響センサのうちの 1 つまたは複数を備える、請求項 7 に記載のアーク検出システム。

【請求項 9】

前記ファイバ光センサが紫外光を検出する、請求項 8 に記載のアーク検出システム。

【請求項 10】

前記ファイバ熱センサが温度を検出する、請求項 8 に記載のアーク検出システム。

【請求項 11】

前記ファイバ音響センサが前記アーク閃光からの動的圧力波を検出する、請求項 8 に記載のアーク検出システム。

【請求項 12】

前記配電システムが格子に結合される、請求項 7 から 11 のいずれかに記載のアーク検出システム。

【請求項 13】

遠隔診断デバイスが前記格子に結合される、請求項 12 に記載のアーク検出システム。

【請求項 14】

インテリジェント格子であって、

格子に結合され、所定の機能を実行するために電気結合された複数のデバイスを備えた配電システムと、

10

20

30

40

50

前記格子の複数の特性を監視するための遠隔診断システムと、
アーク閃光検出システムであって、

前記配電システム内の複数の位置に配置され、アーク閃光の複数の特性を検出する
複数のファイバセンシングモジュール、および

前記複数のファイバセンシングモジュールに結合されてアーク故障信号を生成し、
かつ、前記アーク閃光を抑制するためのプロセッサ

を備えたアーク閃光検出システムと
を備え、

前記アーク故障信号が前記格子の前記特性を表し、

前記アーク閃光の複数の特性が、紫外光特性、温度特性、圧力特性および音響特性のう
ちの少なくとも1つを含む、
インテリジェント格子。

10

【請求項15】

前記遠隔診断システムが、前記格子に結合されている複数のアーク閃光検出システム全
体にわたって前記アーク故障信号を監視する、請求項14に記載のインテリジェント格子
。

【請求項16】

前記アーク閃光検出システムが、前記ファイバセンシングモジュールに結合された光ス
プリッタおよびフィルタをさらに備える、請求項14または15に記載のインテリジェン
ト格子。

20

【請求項17】

アーク閃光検出システムであって、

単一位置からのアーク閃光の光特性、音響特性および熱特性のうちの複数の特性を同時
に検出するための、複合ユニットとして構成された複数のファイバセンサを備えたファイ
バセンシングモジュールと、

アーク閃光の複数の特性を解析し、かつ、アーク閃光の複数の特性に基づいてアーク故
障信号を生成し、また、前記アーク故障信号に基づいて前記アーク閃光を抑制するための
プロセッサと、

を備えるアーク閃光検出システム。

【請求項18】

30

前記プロセッサが光スプリッタおよびフィルタをさらに含む、請求項17に記載のファ
イバアーク閃光検出システム。

【請求項19】

前記プロセッサに結合された保護デバイスをさらに備える、請求項17または18に記
載のファイバアーク閃光検出システム。

【請求項20】

前記保護デバイスが電力を遮断するように構成される、請求項19に記載のファイバア
ーク閃光検出システム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は一般にアーク閃光検出に関し、詳細にはアーク閃光の複数のパラメータを使用
したアーク検出に関する。

【背景技術】

【0002】

電力回路および開閉装置は、絶縁体によって分離された導体を有している。空気空間は
、いくつかの領域ではしばしばこの絶縁体の一部またはすべてとして作用している。これ
らの導体が互いに近すぎるか、あるいは電圧が絶縁レベルを超えると、これらの導体間に
アークが生じることがある。導体間の空気または任意の他の絶縁体（気体、固体または液

50

体)は、イオン化して絶縁体を導電性にし、それによりアーク発生事象を可能にすることがある。アーク事象により、20,000程度の高温に達することがある温度が誘導され、導体および隣接する材料が蒸発し、また、周囲の回路を破壊する爆発性エネルギーが放出される。

【0003】

アーク閃光は、相と相の間、相と中性の間、あるいは相と接地の間のアーク発生故障による急激なエネルギー放出によるものである。アーク閃光は、爆発の場合と同様、高い熱、強烈な光、圧力波および音波/衝撃波をもたらすことがある。しかしながら、アーク故障電流は、通常、短絡電流と比較するとその大きさははるかに小さく、したがってアーク故障状態を取り扱うべく遮断器が選択されない限り、遮断器のトリッピングが遅延し、あるいはまったくトリップしないことが有り得る。通常、アーク閃光抑制技法には標準のヒューズおよび遮断器が使用されている。しかしながら、このような技法は応答時間が遅く、また、アーク閃光を抑制するだけの十分な速さを有していない。

10

【0004】

アーク故障を抑制するための他の技法の1つは、光などのアーク発生事象の特定の特性を検出することである。光センサは、エンクロージャ内の光を検出し、かつ、アーク閃光事象が発生したことを決定する。しかしながら、光を検出するこのような方法は、迷光または他の光源からの光が検出されると、誤ったアーク検出をもたらすことがある。さらに、このような方法は、アーク発生事象の位置を提供していない。他の技法には、エンクロージャ内における、アーク閃光によって誘導される圧力変化を検出するための圧力センサの実施がある。しかしながら、このような方法は、実際にアーク閃光が発生した後の圧力蓄積に相当な時間を要するため、検出が遅延することになる。また、圧力センサによるアーク閃光の早期検出は、帯域幅および感度によっても制限されることがあり、したがって圧力センサの応答範囲を超えるアーク発生事象を捕えることができないことがある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】欧州特許第1538722号公報

【発明の概要】

【0006】

30

改良型応答時間を有し、かつ、誤った警報を回避する改良型アーク閃光防止機構が必要である。

【0007】

簡潔には、アークを検出するための装置が提供される。装置には、アーク閃光の特性を検出するためのファイバセンサと、アーク閃光の少なくとも2つの特性を処理するためのプロセッサが含まれている。プロセッサは、さらに、アーク故障信号を生成するように構成されている。保護デバイスは、アーク故障信号に基づいてアーク閃光を抑制するように構成されている。

【0008】

他の実施形態では、アーク検出システムが提供される。アーク閃光検出システムには、アーク閃光の1つまたは複数の特性を検出するための複数のファイバ知覚モジュールが含まれている。アーク閃光検出システムには、さらに、ファイバ知覚モジュールに結合された光スプリッタと、光スプリッタに結合された複数のフィルタが含まれている。プロセッサはフィルタに結合されており、また、1つまたは複数のアーク閃光特性の検出に基づいてアーク故障信号を生成するように構成されている。

40

【0009】

他の実施形態では、配電システム内の複数の位置に配置された複数のファイバ知覚モジュールを有するアーク閃光検出システムが提案される。ファイバ知覚モジュールは、アーク閃光の1つまたは複数の特性を検出するように構成されている。アーク閃光検出システムには、さらに、アーク閃光特性を分割するための複数の光スプリッタと、アーク閃光の

50

位置を計算し、かつ、アーク故障信号を生成するためのプロセッサが含まれている。保護デバイスは、アーク故障信号に基づいて配電システムへの電力供給を遮断するように構成されている。

【 0 0 1 0 】

他の実施形態では、インテリジェント格子が提案される。インテリジェント格子には、格子に結合された配電システムが含まれており、この配電システムは、所定の機能を実行するために電気結合された複数のデバイスを備えている。格子には、格子の1つまたは複数の特性を監視するための遠隔診断システムが結合されている。インテリジェント格子には、さらに、配電システム内の複数の位置に配置された複数のファイバ知覚モジュールを備えたアーク検出システムが含まれており、ファイバ知覚モジュールは、アーク閃光の1つまたは複数の特性を検出する。プロセッサは、アーク故障信号を生成してアーク閃光を抑制するために、複数のファイバセンサに結合されている。

10

【 0 0 1 1 】

他の実施形態では、アーク閃光検出システムが提供される。システムには、アーク閃光の光特性、音響特性および熱特性のうちの少なくとも1つを検出するためのファイバセンサが含まれている。アーク閃光の複数の特性を解析し、かつ、アーク閃光の複数の特性に基づいてアーク故障信号を生成するためのプロセッサがこれらのファイバセンサに結合されている。アーク故障信号に基づいてアーク閃光が抑制される。

【 0 0 1 2 】

本発明のこれらおよび他の特徴、態様ならびに利点は、同様の文字がすべての図面を通して同様の部品を表している添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことにより、より深く理解されよう。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】一例示的配電システムの略図である。

【図 2】図 1 の配電システム内で実施されるファイバ知覚モジュールの一実施形態を示す図である。

【図 3】図 1 の配電システム内で実施される一例示的アーク閃光検出システムを示す図である。

【図 4】図 2 で実施されるファイバ熱センサを示す図である。

30

【図 5】図 2 で実施されるファイバ音響センサの詳細図である。

【図 6】図 2 で実施されるファイバ光センサの詳細図である。

【図 7】複数のエンクロージャを有する、本発明の一実施形態によるアーク閃光検出システムを実施する配電システムを示す図である。

【図 8】本発明の一実施形態によるアーク検出システムの代替接続形態を示す図である。

【図 9】本発明の一態様によるアーク閃光検出システムを実施するインテリジェント格子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

図 1 は、一例示的配電システムの略図である。配電システム 10 には、電力源 12、保護デバイス 14、母線 16 および負荷 18 が含まれている。一例示的实施形態では、アーク閃光検出システム 20 は、配電システム 10 の中で実施されている。ファイバセンサ 22 および 24 は、アーク閃光検出システム 20 に結合されており、アーク閃光事象 26 を検出するように構成されている。電力源 12 の一例には、保護デバイス 14 を介して母線 16 に電力を引き渡すように構成された発電機が含まれている。保護デバイス 14 の一例には、電気コマンド信号を介して動作させることができる遮断器が含まれている。負荷 18 は、母線 16 を介して電力源 12 から電力を受け取っている。

40

【 0 0 1 5 】

アーク閃光は、場合によっては少なくとも 2 つの電流搬送母線 / 導体間のシステム 10 のあらゆる位置で生じる。さらに、アーク発生事象は、場合によっては電流搬送母線 / 導

50

体と接地または中性導体の間で生じる。アーク閃光が生じる位置は、一般に、閉位置または開位置として分類することができる。閉位置は、パネルボードまたは密閉開閉装置パネルあるいは配電システムを含むことができる。開位置は、エンクロージャの外部の環境に露出される領域であって、例えば開閉装置またはパネルを電源から負荷に接続する母線または電気導線などの領域である。アーク発生故障が生じる主な原因は、相導体間または相導体と接地導体の間の離間距離の不足によるものである。離間距離は、環境条件（例えば湿度あるいは汚染環境中の導電粒子）、絶縁故障、導体間の異物（例えば技術者が落とした工具）を含むいくつかの要因によって影響されることがある。

【0016】

参照数表示26は、場合によっては光および他の成分（例えば蒸発物質）を放出する1つのこのようなアーク閃光の例を示したものである。ファイバセンサ22および24は、28および30などのアーク閃光の1つまたは複数の特性を検出するように構成されている。アーク閃光検出システム20は、ファイバセンサ22、24から信号を受け取り、かつ、受け取った信号をさらに処理してアーク発生事象を検証するように構成されている。システム20は、アーク閃光を示すアーク故障信号32を生成するように構成することも可能である。信号32は、アーク閃光を抑制するために電力を遮断することができる保護デバイス14に結合することができる。

【0017】

従来のシステムには、通常、アーク閃光を抑制するために、遮断器またはヒューズなどの直列デバイス、および「クローバ」（回路の開を効果的に誘発する）などの並列デバイスの2つのカテゴリの保護デバイスが使用されている。直列デバイスは従来から使用されているが、反応時間および動作時間が遅く、満足すべきデバイスではない。クローバデバイスにも同様の欠点があり、実際に有害な故障をもたらすことがある。さらに、このような従来のシステムは、警報をトリガするためにアーク閃光のいずれか1つの特性を検出している。しかしながら、いずれか1つの特性に頼ることは、アーク閃光を誤って検出し、したがって誤って警報を発し、また、誤ってトリッピングすることになりかねない。本明細書において開示されている実施形態によれば、実際のアーク閃光を分類するために、アーク閃光の様々なパラメータが処理される。

【0018】

22および24のようなファイバセンサは、配電システム10内の複数の位置に配置することができる。本説明では2つのこのようなセンサまたは知覚モジュールが説明されているが、3つ以上または1つのセンサ/モジュールを使用することも可能である。本明細書において使用されているように、「配電システム」という用語には、いくつかの例を挙げると、例えばAC-DC駆動、可変周波数駆動などの所定の機能を実行するために電氣的または光学的に結合された複数のデバイスが含まれている。さらに、「配電システム」は、制御または電力引渡しのために構成された電気デバイスを有する他の電気サブシステムを具体化することも可能である。

【0019】

次に図2を参照すると、図1の配電システムの中で実施されるファイバセンサの一実施形態が示されている。一例示的实施形態によれば、ファイバセンサ22には、光ファイバコア35および外部シールド34が含まれている。ファイバコア35は、入射光36を受け取るように構成されている。1つまたは複数のファイバブラッグ回折格子がファイバコア35内に刻まれている。このようなファイバブラッグ回折格子は、ファイバ熱センサ38、ファイバ音響センサ40およびファイバ光センサ42として個々に構成することができる。一実施形態では、ファイバブラッグ回折格子は、特定の波長の光を反射し、それ以外の波長の光を透過光49として透過させるように構成されている。図に示されている実施形態では、個々の回折格子は、特定の波長を反射するように構成されており、例えばファイバ光センサ42は、入射光36の特性波長 λ_3 を反射し、それ以外の波長を透過させるように構成されている。同様に、ファイバ熱センサ38およびファイバ音響センサ40は、それぞれ特性波長 λ_1 、 λ_2 を反射するように構成されている。一実施形態では、ファ

10

20

30

40

50

イバ光センサ 42 の周囲の外部シールド 34 は、紫外光に対して敏感な重合体 44 でコーティングされている。他の実施形態では、ファイバ音響センサ 40 の周囲の外部シールド 34 には、以下でより詳細に説明する圧力差動パッケージ 46 が含まれている。

【0020】

一実施形態では、個々のファイバセンサ (38、40 または 42) は、アーク閃光を検出するように構成することができる。2 つまたは 3 つのこのようなファイバセンサ (38、40、42) を組み合わせて、ファイバ知覚モジュールとして構成することができる。このような知覚モジュールは、アーク発生事象によって生じる熱、音響および光の過渡変化を同時に測定することができ、それによりアーク閃光を抑制することができる。さらに、アーク閃光を抑制するために複数のパラメータを知覚することにより、誤ったアーク閃光の検出が低減される。他の実施形態では、ファイバ知覚モジュールは冗長性を提供しており、したがってこれらのファイバセンサのうちの 1 つが故障しても高い信頼性が得られる。

10

【0021】

一例示的動作では、広い波長を特長とする入射光 36 は、ファイバコア 35 に入射する。センサ 38、40、42 は、とりわけ波長、強度などの入射光特性を反射する。反射光 52 を解析することにより、このような反射パラメータが入射部分 48 で測定される。別法としては、透過光 49 を解析してアーク閃光を検出することも可能である。一例示的实施形態では、式 $\lambda = 2 \cdot n \cdot d$ によって個々のファイバセンサ (38、40、42) の中心波長が決定され、 n は光ファイバコア 35 の実効屈折率であり、また、 d は回折格子変調の周期性である。個々の回折格子 (38、40、42) は、反射スペクトル中の中心波長 (例えば λ_1 、 λ_2 、 λ_3) を画定する特定の周期性に対して構成されている。

20

【0022】

図 3 は、図 1 の配電システム内で実施される一例示的アーク閃光検出システムを示したものである。アーク閃光検出システム 20 には、反射光 52 を受け取るように構成された光スプリッタ 53 が含まれている。一実施形態では、反射光 52 は、強度に基づいて少なくとも 3 つの信号 54、56 および 58 に一様に分割される。個々の信号 54、56 および 58 には、すべての特性波長 λ_1 、 λ_2 および λ_3 が含まれている。帯域通過フィルタ 60、62 および 64 などのフィルタは、個々の波長 λ_1 、 λ_2 および λ_3 を検出するように構成されている。これらのフィルタに結合された光検出器 66、68 および 70 は、個々のフィルタ 60、62 および 64 からの信号の光強度を測定するように構成されている。光検出器 66、68、70 に結合されたプロセッサ 50 は、特性波長を解析し、アーク閃光の熱特性、音響特性および光特性を検出するように構成されている。プロセッサ 50 は、上で言及した複数のパラメータのうちの少なくとも 2 つに基づいてアーク故障信号 32 を生成する。理解されるように、少なくとも 2 つのパラメータを使用することにより、誤った検出が低減される。例えば、ファイバセンサは迷光 (閃光からの) を検出することがある。しかしながらこのような事象には圧力変化または熱変化が伴わないことがある。したがって少なくとも 2 つのパラメータを利用することにより、アーク閃光の誤った検出が低減される。

30

【0023】

アーク閃光は通常、光、音響を放出し、また、それによって温度が上昇する。ファイバセンサを使用した個々のこのようなパラメータの検出について、図 4 ~ 6 を参照して説明する。図 4 は、図 2 で実施されるファイバ熱センサを示したものである。ファイバ熱センサ 38 (温度モニタとして構成されている) には、入射光 36 の特性波長 λ_1 を反射し、それ以外の波長を射出光 78 として透過させるように構成されたファイバブラッグ回折格子 76 が含まれている。例えばアーク閃光 77 が回折格子 76 の近傍に入射すると温度が変化する。ファイバ熱センサ 38 の中心波長 λ_1 は、 $\lambda_1 = k \cdot T$ だけ上にシフトすることになり、温度感度 k は約 $12 \text{ pm} / ^\circ\text{C}$ であり、また、 T は温度変化である。ファイバ熱センサ 38 は、アーク閃光 (77) によって誘導される温度変化によって熱センサ 38 からの信号強度が大きくなるよう、図 3 に示されているフィルタ 60 の中心波長の近く

40

50

に中心波長 λ_1 を有するように構成されている。このような温度変化によって特性反射光 80 が得られる。反射光 80 は、反射光 80 より広い帯域幅 82 を有する狭帯域通過フィルタ（図 3 に示されているフィルタ 60 など）を介してフィルタリングされる。解析に都合がよいよう、フィルタリングされた反射光は、対応する電圧 84 に変換される。変換された電圧は、温度変化を決定するために閾値電圧 86 と比較される。例えば、変換された電圧 84 の大きさが閾値電圧 86 より大きい場合、正の温度変化が検出される。

【0024】

図 5 は、図 2 で実施されるファイバ音響センサの詳細図である。ファイバ音響センサ 40（圧力センサとして構成されている）には、入射光 78 の特性波長 λ_2 を反射し、それ以外の波長を射出光 92 として透過させるように構成されたファイバブラッグ回折格子 90 が含まれている。回折格子 90 の周囲に配置された圧力差動パッケージ 46 は、パッケージ 46 の近傍の圧力変化を検出するように構成されていることに留意されたい。例えば、アーク閃光によって発せられる音波 94 がパッケージ 46 に入射すると圧力が変化する。このような動的圧力変化 $P(t)$ は、ベース圧力 96（エンクロージャ 46 の内側、 P_0 ）と比較され、特性反射光 98 が得られる。反射光 98 は、反射光 98 より広い帯域幅 100 を有する狭帯域通過フィルタ（図 3 に示されているフィルタ 62 など）を介してフィルタリングされる。圧力変化は、パッケージ 46 の内側と外側の間の圧力差 P によって誘導される。このような圧力変化によってファイバ音響センサ 40 の中心波長 λ_2 が変化する。解析に都合がよいよう、フィルタリングされた反射光は、対応する電圧 102 に変換される。フィルタの中心波長は固定されているため、電圧 102 は、アーク閃光シグネチャ周波数を表す周波数領域信号 104 に変換される。周波数領域信号 104 は、ファイバ音響センサ 40 に入射する 94 などアーク閃光からの音波の周波数を表している。

【0025】

図 6 は、図 2 で実施されるファイバ光センサの詳細図である。ファイバ光センサ 42（光検出器として構成されている）には、入射光 92 の特性波長 λ_3 を反射し、それ以外の波長を透過光 49 として透過させるように構成されたファイバブラッグ回折格子 108 が含まれている。一例示的实施形態では、紫外光に対して感光性である重合体 44 が回折格子 108 の周囲に配置されている。感光性重合体 44 の屈折率は、紫外光エネルギーに露出されると約 10^{-6} から約 10^{-3} まで適合するように構成されている。

【0026】

ファイバ光センサ 42 は、感光性重合体 44 の屈折率の変化に応答するように構成されている。導波モードの入射光 92 は、ファイバコアに沿って伝搬する。一実施形態では、ファイバ回折格子 108 は、エバネッセントフィールドエネルギーが隣接するファイバクラッド領域へ透過してクラッドモード透過が形成されるよう、アポダイズされ、かつ、傾斜が付けられている。感光性重合体 44 は、導波モードのエバネッセントフィールドエネルギーを放射モード透過として感光性重合体層 44 中に散逸させることができるよう、ファイバクラッドより大きい屈折率に対して構成されている。アーク発生事象によって誘導される屈折率の変化は、導波モードとクラッドモードの間の結合強度に影響を及ぼすことができる。結合強度変化のあらゆる変動は、導波モード波長を修正し、また、伝送損失を含むことができる。一例示的实施形態では、結合強度を増すために、アポダイズされた輪郭を備えた傾斜回折格子構造が実施されており、クラッド領域への光エネルギーの案内を促進している。傾斜回折格子構造とアポダイズされた輪郭のこのような組合せにより、事実上、エバネッセントフィールドがファイバコアからファイバクラッドまで拡張される。紫外光によって誘導される屈折率の変化は、前方および後方導波モード結合を変調して、事実上、ファイバセンサ共振波長をシフトさせることになる。例えば、アーク閃光によって発せられる光 110 がコーティング 44 に入射すると、重合体コーティング材料 44 の屈折率が変化する。このような変化は、中心波長 λ_3 に影響を及ぼす反射光 112 中で検出することができる。反射光 112 は、反射光 112 より広い帯域幅 114 を有する狭帯域通過フィルタ（図 3 に示されているフィルタ 64 など）を介してフィルタリングされる。解析に都合がよいよう、フィルタリングされた反射光は、対応する電圧 118 に変換さ

10

20

30

40

50

れる。変換された電圧は、紫外光を決定するために閾値電圧 120 と比較される。例えば、変換された電圧 118 の大きさが閾値電圧 120 より大きい場合、紫外光の存在が確認される。

【0027】

図7は、複数のエンクロージャを有する、本発明の一実施形態によるアーク閃光検出システムを実施する配電システムを示したものである。配電システム124には、複数のエンクロージャ内の複数の位置に配置された複数のファイバセンサ22、24、126～138が含まれている。透過および反射などの様々な検出構成を実施することができる。図に示されている実施形態では、1つのこのような透過ベース検出が実施されている。光源140は、特性波長を有する光を光ファイバコア142を介して伝送するように構成されている。図2で説明した異なる回折格子ファイバセンサを有する複数のファイバ知覚モジュール22、24、126～138は、温度、音響および紫外光などのアーク閃光の複数の特性を検出するように構成されている。光スプリッタ144は、複数のエンクロージャに従って透過光143を分割している。分割された個々の光は、さらに解析するために（特性のフィルタリングおよび検出など）、プロセッサ50、146～152に結合される。アーク閃光事象が生じると、遮断器などの保護デバイスがアーク故障信号32を介して駆動される。アーク故障信号を生成したプロセッサを追跡することにより、アーク閃光の位置を決定することができる。

10

【0028】

図8は、反射構成に基づくアーク閃光検出システムの代替接続形態を示したものである。配電システム160には、複数のエンクロージャ内の複数の位置に配置された複数のファイバセンサ22、24、126～138が含まれている。光源140は、特性波長を有する光を光ファイバコア142を介して伝送するように構成されている。図2で説明した回折格子を有する複数のファイバセンサ22、24、126～138は、温度、音響および紫外光などのアーク閃光の複数の特性を検出するように構成されている。光結合162は、複数のセンサ22、24、126～138からのすべての反射光信号が共同するように実施されている。さらに、光スプリッタ144は、複数のエンクロージャに従って反射光164を分割している。分割された個々の光は、さらに解析するために（特性のフィルタリングおよび検出など）、プロセッサ50、146～152に結合される。アーク閃光事象が生じると、遮断器などの保護デバイスがアーク故障信号32を介して駆動される。アーク故障信号を生成したプロセッサを追跡することにより、アーク閃光の位置を決定することができる。

20

30

【0029】

図9は、本発明の一態様によるアーク検出システムを実施するインテリジェント格子を示したものである。インテリジェント格子170には、送電線路178を介して送電基地176に結合された1つまたは複数の配電システム10、172、174が含まれている。さらに、インテリジェント格子には、遠隔診断システム180および地域伝送器オペレータを備えた電気ネットワークへの通信ネットワーク（ダッシュ線で示されている）相互接続が含まれている。一例では、配電システム10の所定の機能には、送電基地からの電力の受取り（この送電基地は発電所184から電力を受け取っている）、および様々な産業および住宅負荷ネットワークへの配電が含まれている。一実施形態では、遠隔診断システムは、格子の1つまたは複数の特性を監視するように構成されている。アーク検出システム20は、複数の位置で格子に結合することができる。既に説明したように、このようなアーク検出システムは、配電システム内の複数の位置に配置された複数のファイバセンサを実施しており、これらのファイバセンサは、アーク閃光の1つまたは複数の特性を検出している。アーク閃光が検出されると、これらの複数のファイバセンサに結合されたプロセッサがアーク故障信号を生成する。遠隔診断システムは、格子に結合されている複数のアーク検出システム全体にわたってアーク故障信号を監視している。地域送電オペレータ182は、格子内における故障の正確な位置を識別するために、遠隔診断システムを介してイネーブルすることができる。

40

50

【 0 0 3 0 】

有利には、本明細書において開示されている、ファイバセンサを実施するアーク検出システムなどの実施形態は、応答が速く、また、費用有効性が高い。紫外光は、光スペクトルの中では最初に放出される光の1つであるため、紫外光を検出することによってアーク検出時間が短縮される。さらに、音響検出を実施しているアーク検出システムにより、アークの正確な位置の検出が促進される。アーク閃光の少なくとも2つ以上の特性を利用して検出することにより、誤った警報率の低減が促進される。ファイバ検出システムはEMIに対して鈍感であり、したがって外部妨害が低減される。ファイバ検出システムと格子ベース監視システムとを統合することにより、格子の健全性を監視することができる。

【 0 0 3 1 】

10

以上、本発明の特定の特徴についてのみ、本明細書において図に示し、かつ、説明したが、当業者には多くの修正および変更が可能である。したがって特許請求の範囲には、すべてのこのような修正および変更が本発明の真の精神の範疇として包含されることが意図されていることを理解されたい。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 2 】

1 0、1 2 4、1 6 0、1 7 2、1 7 4 配電システム

ム

1 2 電力源

1 4 保護デバイス

20

1 6 母線

1 8 負荷

2 0 アーク閃光検出システム、アーク検出システム

2 2、2 4、1 2 6 ~ 1 3 8 ファイバセンサ (ファイバ知覚モジュール)

2 6 アーク閃光事象

2 8、3 0、7 7 アーク閃光

3 2 アーク故障信号

3 4 外部シールド

3 5、1 4 2 光ファイバコア

3 6 入射光

30

3 8 ファイバ熱センサ

4 0 ファイバ音響センサ

4 2 ファイバ光センサ

4 4 重合体 (重合体層、コーティング、重合体コーティング材料、感光性重合体)

4 6 圧力差動パッケージ、エンクロージャ

4 8 入射部分

4 9、1 4 3 透過光

5 0、1 4 6 ~ 1 5 2 プロセッサ

5 2、1 1 2、1 6 4 反射光

5 3、1 4 4 光スプリッタ

40

5 4、5 6、5 8 信号

6 0、6 2、6 4 帯域通過フィルタ

6 6、6 8、7 0 光検出器

7 6、9 0、1 0 8 ファイバブラッグ回折格子

7 8、9 2 射出光 (入射光)

8 0、9 8 特性反射光

8 2、1 0 0、1 1 4 帯域幅

8 4、1 0 2、1 1 8 電圧

8 6、1 2 0 閾値電圧

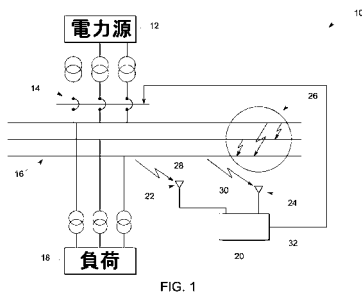
9 4 音波

50

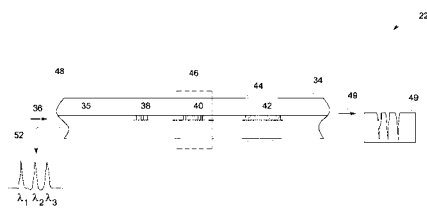
9 6 ベース圧力
 1 0 4 周波数領域信号
 1 1 0 光
 1 4 0 光源
 1 6 2 光結合
 1 7 0 インテリジェント格子
 1 7 6 送電基地
 1 7 8 送電線路
 1 8 0 遠隔診断システム
 1 8 2 地域送電オペレータ
 1 8 4 発電所

10

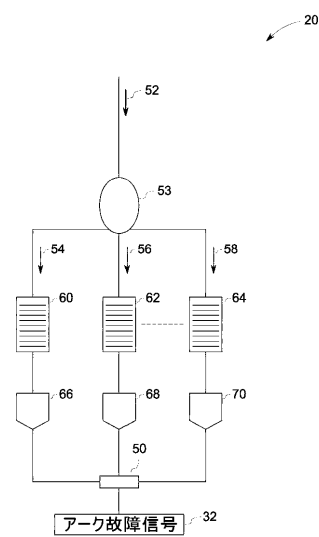
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

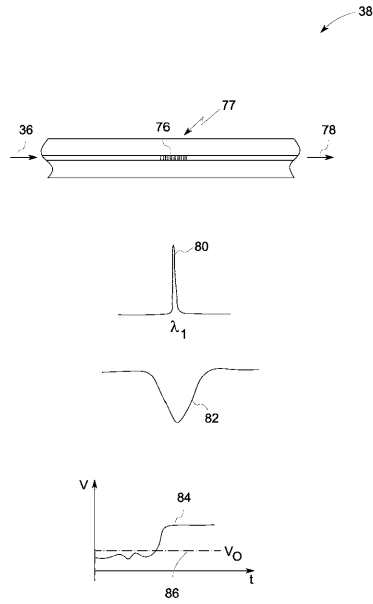


FIG. 4

【図 5】

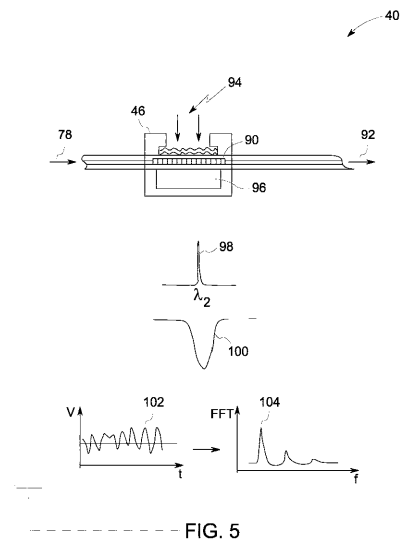


FIG. 5

【図 6】

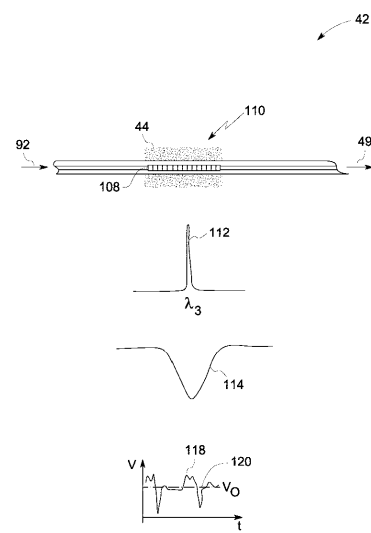


FIG. 6

【図 7】

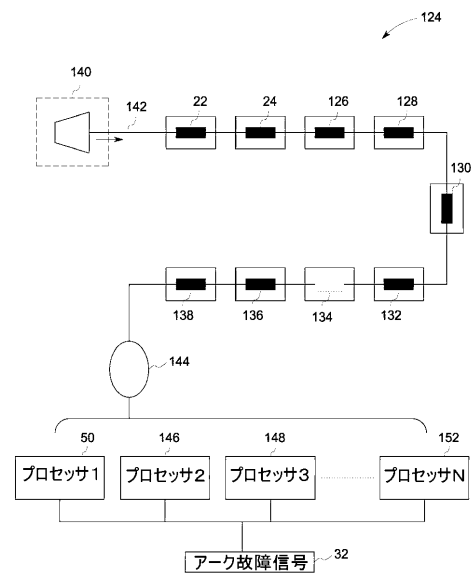


FIG. 7

【図 8】

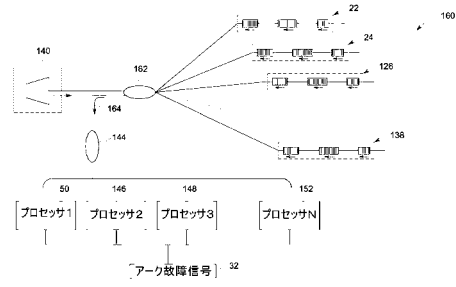


FIG. 8

【図 9】

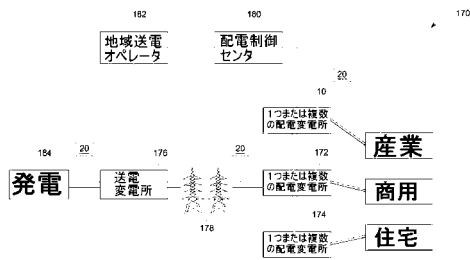


FIG. 9

フロントページの続き

- (72)発明者 ウー, ジュンタオ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ホーソーン・ロード、1333番
- (72)発明者 グイダ, レナート
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12198、ワイナンツキル、チャーチ・ストリート、620番
- (72)発明者 シャ, ファ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12009、アルタモント、ハーフムーン・ドライブ、129番
- (72)発明者 ツァン, チュン(シェリル)
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ホーソーン・ロード、1333番
- (72)発明者 ギャリティ, ジョン・トーマス
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12019、ポールストーン・レイク、ウッドステッド・ロード、10番

審査官 藤原 伸二

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第1538722(EP, A2)
特開平04-295776(JP, A)
特開平10-148655(JP, A)
特開平05-223883(JP, A)
米国特許第05650902(US, A)
特開平02-074135(JP, A)
実開平04-055583(JP, U)
特開2009-109379(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 31/12 - 31/20
G01R 31/02 - 31/06
G01R 31/08 - 31/11
G01J 1/00 - 1/60
G01N 27/92
H02J 13/00