

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5961035号  
(P5961035)

(45) 発行日 平成28年8月2日 (2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日 (2016.7.1)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 R 31/12 (2006.01)

GO 1 R 31/12 A

HO 4 R 23/00 (2006.01)

HO 4 R 23/00 3 2 0

請求項の数 6 外国語出願 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-109002 (P2012-109002)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成24年5月11日 (2012.5.11)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2012-242383 (P2012-242383A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成24年12月10日 (2012.12.10)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成27年4月28日 (2015.4.28)		番
(31) 優先権主張番号	13/107,044	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年5月13日 (2011.5.13)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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】 光および音波を検出するシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光源 ( 3 0 4 ) から第 1 の光を受け取り ( 1 1 4 )、音響検出器 ( 1 0 6 ) で受け取った音波 ( 1 1 6 ) に応答して前記第 1 の光を反射する ( 1 1 8 ) ように構成されている音響検出器 ( 1 0 6 ) を有するセンサヘッド ( 1 0 2 )、

少なくとも 1 つの光ファイバ ( 1 0 4 )、および

少なくとも 1 つの前記センサヘッドおよび前記少なくとも 1 つの光ファイバ内の少なくとも 1 つの蛍光材料であって、前記センサ外部の第 2 の光源 ( 3 2 6 ) から第 2 の光を受け取り ( 1 2 0 )、前記第 2 の光源から受け取った前記第 2 の光に応答して可視光 ( 2 0 4 ) を放出するように構成されている少なくとも 1 つの蛍光材料

を備えるセンサ ( 1 0 0 ) と、

前記音響検出器によって前記反射された第 1 の光を表す第 1 の測定値を受け取り、前記少なくとも 1 つの蛍光材料から放出された前記可視光を表す第 2 の測定値を受け取り、受け取った前記反射された第 1 の光および前記可視光に基づいて、閃光アーチの発生を決定するようにプログラムされたプロセッサ ( 3 2 0 ) を有する信号処理装置 ( 3 0 2 ) とを備え、

前記プロセッサ ( 3 2 0 ) が前記第 1 の測定値を反射光閾値と比較し、前記第 2 の測定値を可視光閾値と比較し、

前記プロセッサが前記第 1 の測定値を受け取る時間と前記プロセッサが前記第 2 の測定値を受け取る時間との間の差異を表すタイミングギャップを計算し、

前記反射光閾値以上の前記第 1 の測定値、  
前記可視光閾値以上の前記第 2 の測定値、および  
所定のタイミングウィンドウ内のタイミングギャップ  
の少なくとも 1 つを決定したとき閃光アーク ( 3 2 6 ) の発生を決定するようにプログラムされている、検出システム ( 3 0 0 )。

【請求項 2】

前記センサヘッド ( 1 0 2 ) が前記音響検出器 ( 1 0 6 ) 近傍に半透明領域 ( 1 2 8 ) を備える、請求項 1 記載の検出システム ( 3 0 0 )。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの蛍光材料が前記半透明領域 ( 1 2 8 ) 内にある、請求項 2 記載の検出システム ( 3 0 0 )。

10

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの光ファイバ ( 1 0 4 ) が、前記第 1 の光源 ( 3 0 4 ) からの前記第 1 の光 ( 1 1 4 ) および反射された前記第 1 の光 ( 1 1 8 ) を伝送するための第 1 の光ファイバと、前記少なくとも 1 つの蛍光材料から放出された前記可視光 ( 2 0 4 ) を伝送するための第 2 の光ファイバ ( 2 0 2 ) とを備える、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の検出システム ( 3 0 0 )。

【請求項 5】

前記音響検出器 ( 1 0 6 ) が、音波 ( 1 1 6 ) を受け取ったとき振動する振動板であり、前記振動により、前記第 1 の光源 ( 3 0 4 ) からの前記第 1 の光 ( 1 1 4 ) が前記振動板によって反射される、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の検出システム ( 3 0 0 )。

20

【請求項 6】

前記プロセッサ ( 3 2 0 ) が、前記閃光アークが発生したと決定したとき前記閃光アーク ( 3 2 6 ) を低減する保護装置 ( 4 0 4 ) を活動化するようにさらにプログラムされている、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の検出システム ( 3 0 0 )。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載する実施形態は、全体に検出システムに関し、より具体的には光および音波を検出するための方法、システムおよび装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

既知の電力回路および開閉装置は、一般に、空気、ガスまたは固体誘電体など絶縁体によって分離された導体を有する。しかし、導体が互いに非常に接近して配置された場合、または導体間の電圧が導体間の絶縁体の絶縁特性を超えた場合、アークが発生する。導体間の絶縁体はイオン化される可能性があり、それにより絶縁体が導電性になり、アークが形成され得る。

【0003】

閃光アークは、二相導体間、相導体と中性導体との間、または相導体とアース点との間の故障による急速なエネルギーの放出によって引き起こされる。閃光アーク温度は 20,000 に達し、またはそれを超えることがあり、それにより導体および隣接する機器を気化させることがある。さらに、閃光アークは、導体および隣接する機器を損傷するのに十分な、熱、強烈な光線、圧力波、および/または音波の形態の著しいエネルギーを放出することがある。しかし、閃光アークを生成する故障の電流レベルは、一般に短絡の電流レベルよりも低いので、回路遮断器がアーク故障状態に対処するように特に設計されていない場合、回路遮断器は一般的にトリップせず、または遅延トリップを示さないことになる。個人の保護服および装備の使用を義務付けることにより、閃光アーク問題を規制する政府機関および基準があるが、閃光アークを除去する規定によって確立された装置はない。

40

【0004】

ヒューズおよび回路遮断器などの標準的回路保護装置は、一般に閃光アークを低減する

50

のに十分迅速には反応しない。十分に迅速な反応を示す１つの既知の回路保護装置は、電気「クローバー（c r o w b a r）」であり、それは、意図的に電氣的「短絡」を生成することにより、機械的および／または電気機械的工程を利用して、電気エネルギーを閃光アーク点から迂回させる。そのような意図的短絡故障は、このときヒューズまたは回路遮断器をトリップさせることにより除去される。しかし、クローバーを使用することによって生成される意図的短絡故障により、著しい水準の電流が隣接する電気機器を通して流れる可能性があり、それにより、やはり装置に損傷を与える可能性がある。

#### 【 0 0 0 5 】

光センサが、閃光アーク中に放出される光があることを検出するために使用されることがある。しかし、そのようなセンサはしばしば低い光量に感度があり、それらがアークではない閃光をも検出し、回路保護装置の「有害トリップ（n u i s a n c e t r i p）」を引き起す。例えば、典型的な閃光アーク事象は、閃光アーク事象から３から４フィートの距離で１００，０００ルクス程度の光束を有する光を生成することができるが、一方、既知の光センサは一般に７００ルクスまたはそれ未満で飽和する。トリップ中に回路遮断器から放出される光、空間照明による光、または直射日光による光は、光センサが誤って閃光アーク事象を検出する原因になることがある。少なくともいくつかの既知の閃光アーク検出システムは、回路遮断器の中断中に放出される光が、例えば光センサを十分に飽和させないように配置された特定の放出パターン、または光センサを使用する。しかし、回路遮断器中断中に放出される光の量を減少させることにより、回路遮断器の性能に悪影響を与えることがある。したがって、確実に閃光アーク事象を検出し、望ましくない回路保護装置の有害トリップを低減する閃光アーク検出システムが求められている。

#### 【 先行技術文献 】

#### 【 特許文献 】

#### 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 １ 】 米国特許出願公開第 ２ ０ １ ０ / ０ ３ ２ ８ ８ ２ ４ 号明細書

#### 【 発明の概要 】

#### 【 0 0 0 7 】

一実施形態では、第１の光源から光を受け取り、音波が入射したとき光を反射するように構成されている音響検出器を有するセンサヘッドを備えるセンサが提供される。センサはまた、少なくとも１つの光ファイバと、少なくとも１つのセンサヘッドおよび少なくとも１つの光ファイバ内の少なくとも１つの蛍光材料とを備える。少なくとも１つの蛍光材料は、センサ外部の第２の光源から光を受け取り、第２の光源から受け取った光に応答して可視光を放出するように構成されている。

#### 【 0 0 0 8 】

別の実施形態では、センサを含む検出システムが提供される。センサは、第１の光源から光を受け取り、音波が入射したとき光を反射するように構成されている音響検出器を有するセンサヘッドを備える。センサはまた、少なくとも１つの光ファイバと、少なくとも１つのセンサヘッドおよび少なくとも１つの光ファイバ内の少なくとも１つの蛍光材料とを備える。少なくとも１つの蛍光材料は、センサ外部の第２の光源から光を受け取り、第２の光源から受け取った光に応答して可視光を放出するように構成されている。検出システムはまた、音響検出器によって、反射された光を表す第１の測定値を受け取り、少なくとも１つの蛍光材料から放出された可視光を表す第２の測定値を受け取り、受け取った反射光および可視光に基づいて、閃光アークの発生を決定するようにプログラムされたプロセッサを有する信号処理装置を備える。

#### 【 0 0 0 9 】

別の実施形態では、少なくとも１つのセンサを使用して閃光アークを検出する方法が提供され、その方法には少なくとも１つのセンサ内に配置された音響検出器によって少なくとも１つの音波を受け取るステップと、少なくとも１つの音波によって生じた振動により、音響検出器によって光を反射するステップとを含む。その方法はまた、少なくとも１つのセンサ外部の光源からの光を受け取るステップと、外部光源から受け取った光を可視光

に変換するステップと、反射光および可視光に基づいて、閃光アークの発生を検出するステップとを含む。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】閃光アークを検出する際に使用する例示的センサの横断面図である。

【図2】閃光アークを検出する際に使用する別の例示的センサの横断面図である。

【図3】閃光アークを検出する際に使用する例示的検出システムのブロック図である。

【図4】例示的電力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】

【0011】

図1は、閃光アークを検出するために使用され得る例示的センサ100の横断面図である。例示的实施形態では、センサ100はセンサヘッド102および少なくとも1つの光ファイバ104を含む。センサヘッド102は、振動板106などの音響検出器106を含み、振動板106は、ファイバコア110およびファイバシース112を有する光ファイバ104の下流端部108近傍に配置される。光線114は、光ファイバ104を通して、すなわちファイバコア110を通して下流に伝送され、振動板106の方に向かう。例えば閃光アークによって生成された音波116および/または圧力波により、振動板106が振動し、光線114の反射118（以下に「反射光118」と称する）がファイバコア110を通して上流に伝送される。振動板106が振動することによって、反射光118の強度、位相、偏光および/または周波数など、反射光118の1つまたは複数の特性が、光線114の特性とは異なるものになる。

【0012】

本明細書で使用されると、「下流(downstream)」という用語は光ファイバ104の下流端108に向かう方向、および実質的に光ファイバ114に平行の方向を指す。本明細書で使用されると、「上流(upstream)」という用語は光ファイバ104の下流端108から離れる方向、および実質的に光ファイバ104に平行の方向を指す。さらに本明細書で使用されると、「閃光アーク(arc flash)」は2つの電気導体間の故障によるエネルギーの急速な放出を指す。急速なエネルギーの放出により、音波116および光120が、センサ100の外部環境で、例えば故障の近傍で生成される。

【0013】

別の実施形態では、センサ100は2つ以上の光ファイバ104を含む。そのような実施形態では、1つの光ファイバ104が光線114を振動板106に伝送し、別の光ファイバ104が、本明細書に十分に説明するように、処理および/または分析のために反射光118を上流に伝送する。

【0014】

例示的实施形態では、振動板106は薄膜でできた、細長い位置に配置された不透明材料を含む。振動板106は、音波116および/または他の適切な圧力波が入射したとき、振動する。作動中に振動板106を保護するために、振動板106は保護用スリーブ122、および音波116が振動板106に到達することを可能にする保護用スクリーン124内に囲まれている。

【0015】

ファイバホルダ126が光ファイバ104の周りに配置され、光ファイバ104に結合されている。ファイバホルダ126は、閃光アークから生じる光をファイバコア110内に放散するように構成された半透明領域128を含む。例示的实施形態では、半透明領域128は蛍光材料で被覆され、および/または蛍光材料が領域128内にある。したがって、例示的实施形態では、半透明領域128の蛍光材料は、領域128に入る紫外線120などの光120を入射光120とは異なるスペクトルまたは波長の可視光に変換することができる。具体的には、蛍光材料は半透明領域128に入る紫外線120を吸収し、1つまたは複数の可視波長の光（以下「可視光(visible light)」）をファ

10

20

30

40

50

ファイバコア 110 に向かって、またはファイバコア 110 内部に放出する。

【0016】

一実施形態では、1つまたは複数の開口 130 が半透明領域 128 内に画定されて、閃光アークからの光検出を高める。一実施形態では、開口 130 は直径約 0.5 mm から約 2 mm である。別法として、開口 130 は、センサ 100 が本明細書に記載するように機能することができる任意の適切な直径を有することができる。閃光アークによって生成された光 120 は開口 130 を通ってファイバコア 110 の方に向かって送られる。別の実施形態では、保護用スクリーン 124 および振動板 106 が、ある量の光がファイバコア 110 に向けて送られることを可能にする。

【0017】

作動中、ファイバコア 110 は光線 114 を振動板 106 の方に向けて送る。閃光アークが発生した場合、振動板 106 は、閃光アークから生成される音波 116 の強度および周波数に基づいて振動する。振動に基づいて、固有のパターンの光が振動板 106 から反射される。光ファイバ 104 の下流端と振動板 106 との間の距離は、振動板 106 から反射された光が著しい伝送損失なしにファイバコア 110 によって受け取られるように最適化される。さらに、閃光アークによって生成された光 120 が半透明領域 128 によって吸収され、領域 128 の蛍光材料によって可視光に変換される。半透明領域 128 は可視光をファイバコア 110 の方へ放出する。振動板 106 によって反射された光および半透明領域 128 の蛍光材料から放出された可視光は処理および/または分析されて、本明細書に十分説明するように、閃光アークの発生を検出する。音波 116 および光 120 を感知する、そのような統合された手法は、誤認警報を最小限にし、初期の閃光アークを検出することを可能にする。

【0018】

図 2 は、閃光アークを検出するために使用され得る例示的センサ 200 の横断面図である。別段指定しない限り、センサ 200 はセンサ 100 (図 1 に示す) に類似し、類似の構成要素は図 1 に使用した同じ参照符号で図 2 に符号を付けている。例示的实施形態では、センサ 200 は第 1 の光ファイバ 104 および第 2 の光ファイバ 202 を含む。第 1 の光ファイバ 104 は光線 114 を振動板 106 に伝送し、閃光アークによって生成された音波 116 を検出するために使用するために、振動板 106 によって反射された光 118 を伝送する。第 2 の光ファイバ 202 は振動板 106 の上流でファイバホルダ 126 に結合されている。さらに、第 2 の光ファイバ 202 は蛍光材料で被覆され、および/または蛍光材料がファイバ 202 内にある。したがって、第 2 の光ファイバ 202 は、閃光アークによって生成された紫外線 120 などの光 120 を吸収し、可視光 204 を放出する。可視光 204 および振動板 106 によって反射された光 118 は処理および/または分析されて、本明細書で十分に説明するように、閃光アークが発生したかどうかを決定する。別法として、センサ 200 は第 2 の光ファイバ 202 を含まず、第 1 の光ファイバ 104 が上記に記載のような蛍光材料を含む。

【0019】

例示的实施形態では、半透明領域 128 は蛍光材料を含まず、領域 128 よりもむしろ第 2 の光ファイバ 202 が閃光アークによって生成された光にตอบสนองして可視光 204 を放出するようになる。別法として、第 2 の光ファイバ 202 および半透明領域 128 の両方が 1つまたは複数の蛍光材料を含み、ファイバ 202 および領域 128 が閃光アークによって生成された光 120 にตอบสนองして可視光 204 を放出するようになる。第 2 の光ファイバ 202 および半透明領域 128 から放出された可視光 204 は、本明細書で十分に説明するように、処理および/または分析される。

【0020】

図 3 は、開閉装置および/または任意の他の電気回路あるいは電力システム (いずれも図示せず) 内部の閃光アークを検出するために使用され得る例示的検出システム 300 のブロック図である。例示的实施形態では、検出システム 300 は、信号処理装置 302 およびセンサヘッド 102 に結合された光ファイバ 104 を含むセンサ 100 を有する。検

10

20

30

40

50

出システム 300 をセンサ 100 に関連して説明するが、検出システム 300 はセンサ 100 ではなくセンサ 200 を含むことができ、またはセンサ 100 に加えてセンサ 200 を含むことができる。

【0021】

信号処理装置 302 は、アイソレータ 306 およびファイバブリッタ 308 によって光ファイバ 104 に結合された光源 304 を含む。一実施形態では、光源 304 は光放出ダイオードを含む。別の実施形態では、光源 304 はほぼ赤外線波長に近い波長で光を放出するレーザダイオードを含む。例示的实施形態では、アイソレータ 306 は、反射光 118 および / または可視光 204 が光源 304 に入ることを防止する。

【0022】

例示的实施形態では、信号処理装置 302 は、光線 114 を下流へ光源 304 からセンサヘッド 102 まで向けて送り、反射光 118 および可視光 204 を上流へ、信号処理装置 302 内部の第 1 の光フィルタ 310 および第 2 の光フィルタ 312 まで向けて送るファイバブリッタ 308 を含む。一実施形態では、ファイバ結合器 314 はファイバブリッタ 308 に結合されている。そのような実施形態では、ファイバ結合器 314 が反射光 118 および可視光 204 を第 1 の光フィルタ 310 および第 2 の光フィルタ 312 に向けて送る。

【0023】

第 1 の光フィルタ 310 および第 2 の光フィルタ 312 は、所定の波長の光が第 1 の光検出器 316 および第 2 の光検出器 318 に伝送されることを可能にし、残りの波長の光をフィルタにより除去し、または遮断する。一実施形態では、第 1 の光フィルタ 310 および第 2 の光フィルタ 312 は、それぞれ帯域通過フィルタを含む。別法として、第 1 の光フィルタ 310 および / または第 2 の光フィルタ 312 は、信号処理装置 302 が本明細書で説明するように機能することができるようにする任意の他のフィルタを含むことができる。例示的实施形態では、第 1 の光フィルタ 310 が、反射光 118 の期待の範囲の波長より上、またはそれ未満である波長をフィルタにより除去する。したがって、可視光 204 は第 1 の光フィルタ 310 によって除去され、反射光 118 はフィルタ 310 から出力される。第 2 の光フィルタ 312 が、可視光 204 の期待の範囲の波長より上、またはそれ未満である波長をフィルタにより除去する。したがって、反射光 118 が第 2 の光フィルタ 312 によって除去され、可視光 204 がフィルタ 312 から出力される。

【0024】

第 1 の光検出器 316 は第 1 の光フィルタ 310 からの反射光 118 を受け取り、第 2 の光検出器 318 は第 2 の光フィルタ 312 からの可視光 204 を受け取る。第 1 の光検出器 316 および第 2 の光検出器 318 は、入射光の強度および波長に基づいて、比例電圧信号または代表的な電圧信号を生成する。

【0025】

例示的实施形態では、信号処理装置 302 は第 1 の光検出器 316 および第 2 の光検出器 318 からの電圧信号を受け取るプロセッサ 320 を含む。本明細書で十分に説明するように、プロセッサ 320 は電圧信号を分析し、プロセッサ 320 が、閃光アークが発生したと決定した場合、アーク故障信号 322 を生成する。

【0026】

プロセッサ 320 には、1 つまたは複数のシステム、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、縮小命令セットコンピュータ (RISC)、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラム可能な論理回路 (PLC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA) および本明細書に記載する機能を実行することができる任意の他の回路が含まれる。上記の例は例示に過ぎず、したがって「プロセッサ」という用語の定義および / または意味を制限する意図はまったくない。

【0027】

例示的实施形態では、プロセッサ 320 は記憶装置 (図示せず) に結合され、または記憶装置を含む。記憶装置には、制限するのではないが、ランダムアクセスメモリ (RAM

10

20

30

40

50

）、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ、フロッピー（登録商標）ディスク、フラッシュドライブ、コンパクトディスク、デジタルビデオディスク、および／またはプロセッサ 320 が、指示および／またはデータを記憶し、回復しおよび／または実行することを可能にする任意の適切なメモリなどのコンピュータ読み取り可能媒体が含まれる。プロセッサ 320 は、メモリデバイスから、プロセッサ 320 が本明細書に記載するステップおよび機能を実施することができる命令を受け取る。

#### 【0028】

保護装置 324 はプロセッサ 320 に結合されて、検出した閃光アークを低減する。一実施形態では、保護装置 324 は、アーク故障信号 322 などの信号を受信すると、「トリップする」または活動化するように構成されたりレーを含む。保護装置 324 が活動化すると、電流は、検出されたアーク故障近傍の導体（図示せず）を通して流れることが防止される。

#### 【0029】

作動中、音波 116 および光 120 は閃光アーク 326 から放出され、センサ 100 によって検出される。より具体的には、光 120 は半透明領域 128、第 1 の光ファイバ 104 および／または第 2 の光ファイバ 202 の蛍光材料によって吸収され、領域 128、ファイバ 104 および／またはファイバ 202 から放出された可視光 204 は信号処理装置 302 に伝送される。さらに、光源 304 は光線 114 を振動板 106（図 1 に示す）に伝送する。音波 116 によって、振動板 106 が振動し、光線 114 が反射光 118 として振動板 106 によって反射される。例示的实施形態では、反射光 118 は信号処理装置 302 に伝送される。

#### 【0030】

反射光 118 および／または可視光 204 は少なくとも 1 つの光ファイバ 104 を通って信号処理装置 302 に伝送される。例示的实施形態では、反射光 118 は第 1 の光ファイバ 104 を通って信号処理装置 302 に伝送され、可視光 204 は第 2 の光ファイバ 202 を通って信号処理装置 302 に伝送される。別法として、反射光 118 および／または可視光 204 は、任意の適切な数の光ファイバ 104 を通って信号処理装置 302 に伝送されることができる。

#### 【0031】

反射光 118 および可視光 204 が信号処理装置 302 によって受け取られると、ファイバ結合器 314 が反射光 118 を第 1 の光フィルタ 310 に向けて送り、可視光 204 を第 2 の光フィルタ 312 に向けて送る。フィルタを通った反射光 118 は第 1 の光フィルタ 310 から出力され、第 1 の光検出器 316 によって検出され、および／または測定される。測定または検出された反射光 118（以下に「反射光測定値（reflect ed light measurement）」と称する）を表す第 1 の電圧信号は、第 1 の光検出器 316 からプロセッサ 320 に伝送される。さらに、フィルタを通った可視光 204 は第 2 の光フィルタ 312 から出力され、第 2 の光検出器 318 によって検出および／または測定される。測定または検出された可視光 204（以下に「可視光測定値（visible light measurement）」と称する）を表す第 2 の電圧信号は、第 2 の光検出器 318 からプロセッサ 320 に伝送される。

#### 【0032】

プロセッサ 320 は第 1 の光検出器 316 および第 2 の光検出器 318 からの信号を分析し、閃光アーク 326 を検出すると、アーク故障信号 322 を生成する。より具体的には、プロセッサ 320 は反射光測定値を所定の第 1 の閾値、または反射光閾値と比較して、検出された音波 116 が閃光アークによって生成されたのかどうかを決定する。プロセッサ 320 は可視光測定値を所定の第 2 の閾値、または可視光閾値と比較して、検出された光 120 が閃光アークによって生成されたのかどうかを決定する。さらに、プロセッサ 320 は可視光測定値が受け取られた時間と反射光測定値が受け取られた時間の間の差異（以下に「タイミングギャップ（timing gap）」と称する）を決定する。プロセッサ 320 は可視光測定値と反射光測定値の間のタイミングギャップを所定のタイミン

グ範囲またはタイミングウィンドウと比較して、受け取った信号が閃光アークによって生成されたかどうかを決定する。例示的实施形態では、タイミングウィンドウとは、閃光アークが発生することを示す可視光測定値が受け取られた後で、反射光測定値が受け取られると予想される（例えば、歴史的データ、実験データまたは他の適切なデータに基づいて）所定の時限である。一実施形態では、タイミングウィンドウは約500マイクロ秒と約2ミリ秒の間である。別法として、タイミングウィンドウは、検出システム300が本明細書に記載するように機能することができる任意の適切な時限であってよい。

#### 【0033】

例示的实施形態では、反射光測定値が反射光閾値に等しいまたは反射光閾値を超えるならば、可視光測定値は可視光閾値に等しいまたは可視光閾値を超え、および/またはタイミングギャップがタイミングウィンドウの範囲内であるならば、プロセッサ320は、閃光アークが発生したこと示すアーク故障信号322を生成する。保護装置324はアーク故障信号322に基づいて活動化され、閃光アークを低減するために電力を中断するように構成されている。一実施形態では、アーク故障信号322は遠隔システム（図示せず）に伝送されて警報を生成するが、その目的は、誤りを報告するため、閃光アーク326の関連するデータを記憶するため、使用者に表示するため、および/または任意の所望の目的のためである。

#### 【0034】

別の実施形態では、ファイバ結合器314および/またはファイバスプリッタ308は省略することができる。そのような実施形態では、光線114、反射光118および/または可視光204は個別の光ファイバ104を通して伝達され得る。別の実施形態では、ファイバ結合器314および/またはファイバスプリッタ308は、光線114を振動板106に伝送し、反射光118および可視光204を第1の光フィルタ310および第2の光フィルタ312に伝送する単一のファイバ結合器314に取り換えることができる。

#### 【0035】

図4は、例示的電力システム400のブロック図である。例示的实施形態では、電力システム400は、検出システム300、複数の検出ゾーン402および各検出ゾーン402内に配置された少なくとも1つの回路保護装置404を含む。

#### 【0036】

例示的实施形態では、回路保護装置404は、少なくとも1つの導体406またはバスによって一体に結合されている。別法として、1つまたは複数の回路保護装置404が、他の回路保護装置404からの個別の導体406またはバスに結合されることができる。例示的实施形態では、回路保護装置404は、プロセッサ320からのアーク故障信号322などの制御信号を受け取ると、導体406の出力端部410から入力端部408を電氣的に結合し、または切り離す少なくとも1つの回路遮断器を含む。別法として、回路保護装置404は、電力システム400が本明細書に記載するように機能することを可能にするリレーまたは任意の他の保護装置を含む。

#### 【0037】

例示的实施形態では、検出システム300は、少なくとも1つの検出ゾーン402内部、および少なくとも1つの回路保護装置404近傍に配置された少なくとも1つの光ファイバ104を含む。さらに、光ファイバ104は図1から3に関連して本明細書で十分に説明するように、少なくとも1つの蛍光材料を含む。例示的实施形態では、光ファイバ104が検出ゾーン402内で生成される1つまたは複数の閃光アークを検出するように、光ファイバ104は各検出ゾーン402内に配置される。

#### 【0038】

例示的实施形態では、光ファイバ104は各検出ゾーン402内に異なる色の蛍光材料を含み、閃光アークによって生成された光を吸収した後、光ファイバ104が各検出ゾーン402内に異なる色の可視光204を放出するようになる。本明細書で使用されると、「色（color）」という用語は、所定の範囲の波長または可視光のスペクトルを指す。別法として、検出システム300は各検出ゾーン402ごとに個別の光ファイバ104

10

20

30

40

50



を含むことができ、各光ファイバ104には異なる色の蛍光材料が含まれる。

【0039】

閃光アークが検出ゾーン402内に発生した場合、検出ゾーン402に関連する光ファイバ104が閃光アークからの光を吸収する。検出ゾーン402内の光ファイバ104の蛍光材料は、蛍光材料に付随する色で可視光204を放出し（図2参照）、可視光204を信号処理装置302に伝送する（図3参照）。信号処理装置302は、図3を参照して上記に記載のように、可視光204から閃光アークの発生を決定し、検出する。さらに、信号処理装置302は受け取った可視光204の色（すなわち波長および/または周波数）を分析する。より具体的には、例示的实施形態では、信号処理装置302は各検出ゾーン402に対して個別の光フィルタ310および個別の光検出器316を含む。各光フィルタ310は、フィルタ310が蛍光材料に付随する可視光204の色だけが光検出器316を通過することを可能にするように、各検出ゾーン402ごとに使用される蛍光材料の色に調整されている。各検出ゾーン402に付随する光検出器316は可視光測定値（受け取った光の色が表すデータを含む）をプロセッサ320に伝送する。

10

【0040】

例示的实施形態では、プロセッサ320は、探索表またはメモリ装置（図示せず）内部の別のデータ構造内に記憶されたデータを参照して、閃光アークから受け取った光の色を検出ゾーン402に関連付けて、閃光アークが発生した位置（すなわち検出ゾーン402）を決定する。プロセッサ320は閃光アークが発生した決定済みの位置（すなわち決定された検出ゾーン402）に付随する所定の可視光閾値を選択する。例示的实施形態では、各検出ゾーン402に対する可視光閾値は、互いの検出ゾーン402の可視光閾値とは異なる。プロセッサ320は光検出器316から受け取った可視光測定値を検出ゾーン402に付随する可視光閾値と比較して、上記に記載の類似の方法で、受け取った光が閃光アークを示すかどうかを決定する。検出システム300はアーク故障信号322を回路保護装置404、または検出された閃光アークに関連する検出ゾーン402内部の装置404に伝送して、閃光アークを低減する。したがって、複数の検出ゾーン402および回路保護装置404は検出システム300によって効率的に監視されて、閃光アークの発生、時間および位置を決定する。

20

【0041】

本明細書に記載するシステムおよび方法の技術的效果には、（a）少なくとも1つのセンサ内に配置された振動板によって、少なくとも1つの音波を受け取るステップと、（b）少なくとも1つの音波によって生じた振動により、振動板によって光を反射するステップと、（c）少なくとも1つのセンサ外部の光源から光を受け取るステップと、（d）外部光源から受け取った光を可視光に変換するステップと、（e）反射光および可視光に基づいて閃光アークの発生を検出するステップとの少なくとも1つが含まれる。

30

【0042】

光および音波を検出する際に使用する方法、システムおよび装置の例示的实施形態が、上記に詳しく説明されている。方法、システムおよび装置は、本明細書に記載する具体的な実施形態に限定されず、むしろ、方法の作用および/またはシステムの構成要素および/または装置が、本明細書に記載する他の作用および/または構成要素から独立して、別々に利用されてもよい。さらに記載した作用および/または構成要素もまた、他のシステム、方法および/または装置において規定され、またはそれらと併せて使用されてもよく、本明細書に記載するようなシステム、方法および装置のみと共に実施することに限定されない。

40

【0043】

本発明は、例示的電力システム環境に関連して説明するが、本発明の実施形態は、多くの他の一般の目的または特別な目的のシステム環境または構成で作動可能である。本明細書で説明したシステム環境は、本発明の任意の態様の使用または機能の範囲に関して、なんら制限を提示すると意図するものではない。さらに、本明細書で説明するシステム環境は、例示的な作動環境で説明した任意の1つの構成要素または構成要素の組合せに関連し

50

て、任意の独立性または必要性を有すると解釈されるべきである。

【 0 0 4 4 】

本書は、最良の形態を含めて本発明を開示するために、また任意の装置またはシステムを作成および使用し、任意の組み込まれた方法を実施することを含めて、当業者が本発明を実行することを可能にするために、例を使用している。本発明の特許性のある範囲は特許請求の範囲によって規定され、当業者に思い付く他の例を含むことができる。そのような他の例は、特許請求の範囲の文言とは異ならない構造的要素を有する場合、または特許請求の範囲の文言とは実質的に差のない均等の構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内にあるものとする。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 4 5 】

- 1 0 0 センサ
- 1 0 2 センサヘッド
- 1 0 4 光ファイバ
- 1 0 6 音響検出器
- 1 0 8 下流端部
- 1 1 0 ファイバコア
- 1 1 2 ファイバシース
- 1 1 4 光線
- 1 1 6 音波
- 1 1 8 反射光
- 1 2 0 光
- 1 2 2 保護用スリーブ
- 1 2 4 保護用スクリーン
- 1 2 6 ファイバホルダ
- 1 2 8 半透明領域
- 1 3 0 開口
- 2 0 0 センサ
- 2 0 2 第 2 の光ファイバ
- 2 0 4 可視光
- 3 0 0 検出システム
- 3 0 2 信号処理装置
- 3 0 4 光源
- 3 0 6 アイソレータ
- 3 0 8 ファイバスプリッタ
- 3 1 0 第 1 の光フィルタ
- 3 1 2 第 2 の光フィルタ
- 3 1 4 ファイバ結合器
- 3 1 6 第 1 の光検出器
- 3 1 8 第 2 の光検出器
- 3 2 0 プロセッサ
- 3 2 2 アーク故障信号
- 3 2 4 保護装置
- 3 2 6 閃光アーク
- 4 0 0 電力システム
- 4 0 2 検出ゾーン
- 4 0 4 回路保護装置
- 4 0 6 導体
- 4 0 8 入力端部
- 4 1 0 出力端部

20

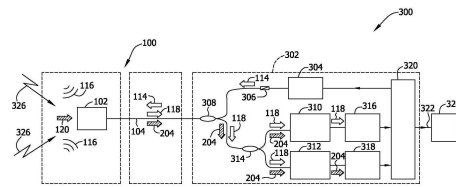
30

40

50

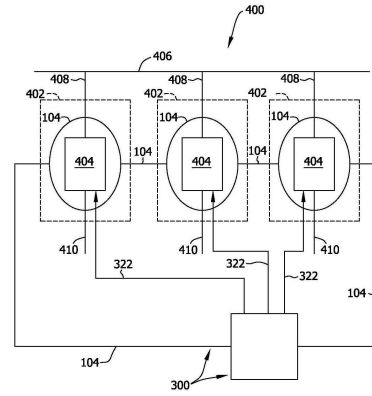
【 図 3 】

FIG. 3



【 図 4 】

FIG. 4



## フロントページの続き

- (72)発明者 ジュンタオ・ウー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 グレン・アラン・フォーマン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 マイケル・シェイン・パイロン  
カナダ、オンタリオ州、マークハム、アンダーソン・アベニュー、２１５番
- (72)発明者 ジホン・ロイ・マオ  
カナダ、オンタリオ州、マークハム、アンダーソン・アベニュー、２１５番
- (72)発明者 チュン・ジャン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 マクシーン・マリー・ギボー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 ルボミール・リストヴ・セヴォヴ  
カナダ、オンタリオ州、マークハム、アンダーソン・アベニュー、２１５番

審査官 西島 篤宏

- (56)参考文献 特開昭５９－０２５１１６（ＪＰ，Ａ）  
実開平０４－０５５５８３（ＪＰ，Ｕ）  
特開２００８－０３２５８７（ＪＰ，Ａ）  
特開２００８－１５７７５９（ＪＰ，Ａ）  
特開昭５９－０５３０１９（ＪＰ，Ａ）  
特開２０１１－０９５０８３（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)  
G 0 1 R 3 1 / 1 2  
H 0 4 R 2 3 / 0 0