

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-131253
(P2021-131253A)

(43) 公開日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G01J 1/42 (2006.01) G01J 1/42 C 2G065
 G01J 1/42 K

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2020-25479 (P2020-25479)
 (22) 出願日 令和2年2月18日(2020.2.18)

(71) 出願人 000006666
 アズビル株式会社
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (72) 発明者 小沼 駿
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内
 (72) 発明者 森 雷太
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内
 Fターム(参考) 2G065 AA02 AA04 AB05 AB28 BA17
 BC02 BC13 BC14 BC16 BC22
 BC28 BC33 CA05 DA06

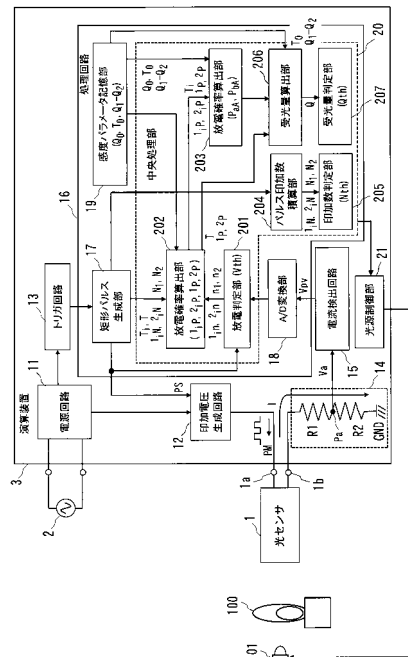
(54) 【発明の名称】 光検出システム、放電確率算出方法および受光量測定方法

(57) 【要約】

【課題】 ノイズ成分の放電確率の一部が未知の場合でも受光量を算出する。

【解決手段】 光検出システムは、光センサ1に光量が既知の光源101からの光を入射させる第1の状態、光源101の点灯/消灯が第1の状態と同じで光センサ1に印加される駆動パルス電圧のパルス幅が第1の状態と異なる第2の状態、光源101の点灯/消灯が第1、第2の状態と異なりパルス幅が第1の状態と同じ第3の状態、光源101の点灯/消灯が第3の状態と同じでパルス幅が第2の状態と同じ第4の状態について放電確率を算出する放電確率算出部202と、放電確率算出部202で算出された放電確率とパルス幅に基づいて光センサ1の正規、非正規の放電の放電確率を算出する放電確率算出部203と、放電確率算出部202, 203で算出された放電確率とパルス幅に基づいて光センサ1の受光量を算出する受光量算出部206を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の光源から放出される光を検出するように構成された光センサと、
発生した光が前記第 1 の光源からの光と共に前記光センサに入射するように設置された
、光量が既知の第 2 の光源と、
前記第 2 の光源の点灯 / 消灯を制御するように構成された光源制御部と、
前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加するように構成された印加電圧生
成部と、

前記光センサの放電電流を検出するように構成された電流検出部と、
この電流検出部によって検出された放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する
ように構成された放電判定部と、

前記第 2 の光源が点灯または消灯した第 1 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状
態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異
なる第 2 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり
、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じ第 3 の状態と、前記第 2 の
光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅
が前記第 2 の状態と同じ第 4 の状態のそれぞれについて、前記印加電圧生成部による前記
駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記放電判定部によって検
出された放電の回数とに基づいて放電確率を算出するように構成された第 1 の放電確率算
出部と、

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、
前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2 の状態と前記第 3、第 4 の状態における
前記光センサの受光量の差とを予め記憶するように構成された記憶部と、

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態の
ときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第 1、第 2、第 3
、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧
のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の
放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せずに発生しかつ前記光センサ
の受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分によ
る非正規の放電の放電確率とを算出するように構成された第 2 の放電確率算出部と、

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態の
ときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第 1、第 2、第 3
、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 2 の放電確率算出部によ
って算出された放電確率とに基づいて、前記第 1、第 2 の状態または前記第 3、第 4 の状
態のときの前記光センサの受光量を算出するように構成された受光量算出部とを備えるこ
とを特徴とする光検出システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の光検出システムにおいて、

前記第 2 の放電確率算出部は、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅を T_0 、前記光セン
サの基準受光量を Q_0 、前記第 1、第 2 の状態と前記第 3、第 4 の状態における前記光
センサの受光量の差を $Q_1 - Q_2$ 、前記第 1 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によ
って算出された放電確率を ${}^1_1 P$ 、前記第 2 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によ
って算出された放電確率を ${}^1_2 P$ 、前記第 3 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によ
って算出された放電確率を ${}^2_1 P$ 、前記第 4 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によ
って算出された放電確率を ${}^2_2 P$ 、前記第 1、第 3 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパ
ルス幅を T_1 、前記第 2、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T_2 、前記
正規の放電の放電確率を P_{aA} 、前記非正規の放電の放電確率を P_{bA} 、前記第 1、第 2 の状
態または前記第 3、第 4 の状態のときの前記光センサの受光量を Q としたとき、

10

20

30

40

【数 1】

$$P_{aA} = 1 - \left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-1P} \right)^{\frac{Q_0 T_0}{(T_1-T_2)(Q_1-Q_2)}}$$

により、前記正規の放電の放電確率 P_{aA} を算出し、

【数 2】

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-1P} \right)^{-\frac{T_1}{(T_1-T_2)}} \cdot \frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} \quad 10$$

、または

【数 3】

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-1P} \right)^{-\frac{T_2}{(T_1-T_2)}} \cdot \frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}}$$

により、前記非正規の放電の放電確率 P_{bA} を算出し、
前記受光量算出部は、

20

【数 4】

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T_1}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1-Q_2}}$$

、または

【数 5】

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T_2}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1-Q_2}} \quad 30$$

により、前記受光量 Q を算出することを特徴とする光検出システム。

【請求項 3】

第 1 の光源から放出される光を検出するように構成された光センサと、
発生した光が前記第 1 の光源からの光と共に前記光センサに入射するように設置された
、光量が既知の第 2 の光源と、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯を制御するように構成された光源制御部と、

前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加するように構成された印加電圧生成部と、

40

前記光センサの放電電流を検出するように構成された電流検出部と、

この電流検出部によって検出された放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出するように構成された放電判定部と、

前記第 2 の光源が点灯または消灯した第 1 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じ第 3 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 2 の状態と同じ第 4 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 3 の状態または

50

前記第 2、第 4 の状態のどちらかと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のそれぞれについて、前記印加電圧生成部による前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記放電判定部によって検出された放電の回数とに基づいて放電確率を算出するように構成された第 1 の放電確率算出部と、

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶するように構成された記憶部と、

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せずに発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出するように構成された第 2 の放電確率算出部と、

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 5、第 6 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 2 の放電確率算出部によって算出された放電確率とに基づいて、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を算出するように構成された受光量算出部とを備えることを特徴とする光検出システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の光検出システムにおいて、

前記第 2 の放電確率算出部は、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅を T_0 、前記光センサの基準受光量を Q_0 、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差を $Q_1 - Q_2$ 、前記第 1 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を ${}^1_1 P$ 、前記第 2 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を ${}^1_2 P$ 、前記第 3 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を ${}^2_1 P$ 、前記第 4 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を ${}^2_2 P$ 、前記第 5 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を ${}^1 P$ 、前記第 6 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を ${}^2 P$ 、前記第 1、第 3 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T_1 、前記第 2、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T_2 、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T 、前記正規の放電の放電確率を P_{aA} 、前記非正規の放電の放電確率を P_{bA} 、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を Q としたとき、

【数 6】

$$P_{aA} = 1 - \left(\frac{1 - {}^1_1 P}{1 - {}^2_1 P} \cdot \frac{1 - {}^2_2 P}{1 - {}^1_2 P} \right)^{\frac{Q_0 T_0}{(T_1 - T_2)(Q_1 - Q_2)}}$$

により、前記正規の放電の放電確率 P_{aA} を算出し、

【数 7】

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1 - {}^1_1 P}{1 - {}^2_1 P} \cdot \frac{1 - {}^2_2 P}{1 - {}^1_2 P} \right)^{-\frac{T}{(T_1 - T_2)}} \cdot \frac{1 - {}^1 P}{1 - {}^2 P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1 - Q_2}}$$

により、前記非正規の放電の放電確率 P_{bA} を算出し、

前記受光量算出部は、

【数 8】

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1 - 1P}{1 - 2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1 - Q_2}}$$

により、前記受光量 Q を算出することを特徴とする光検出システム。

【請求項 5】

第 1 の光源から放出される光を検出するように構成された光センサと、
発生した光が前記第 1 の光源からの光と共に前記光センサに入射するように設置された
、光量が既知の第 2 の光源と、 10

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯を制御するように構成された光源制御部と、
前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加するように構成された印加電圧生
成部と、

前記光センサの放電電流を検出するように構成された電流検出部と、
この電流検出部によって検出された放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する
ように構成された放電判定部と、

前記第 2 の光源が点灯または消灯した第 1 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状
態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異
なる第 2 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり 20
、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じかまたは異なる第 3 の状態
と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス
電圧のパルス幅が前記第 3 の状態と異なる第 4 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の
状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、
第 2、第 3、第 4 の状態のうち少なくとも 1 つと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の
状態のいずれとも異なる第 5 の状態と、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、
第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の
状態のそれぞれについて、前記印加電圧生成部による前記駆動パルス電圧の印加回数と、
この駆動パルス電圧の印加中に前記放電判定部によって検出された放電の回数とに基づい
て放電確率を算出するように構成された第 1 の放電確率算出部と、 30

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、
前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状
態における前記光センサの受光量の差とを予め記憶するように構成された記憶部と、

前記第 1 の状態と前記第 2 の状態とにおける前記パルス幅の差と、前記第 3 の状態と前
記第 4 の状態とにおける前記パルス幅の差とが等しいという条件の下で、前記記憶部に記
憶されている感度パラメータと、前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 の状態のとき
に前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第 1、第 2、第 5、第
6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパ
ルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電
の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受 40
光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非
正規の放電の放電確率とを算出するように構成された第 2 の放電確率算出部とを備えるこ
とを特徴とする光検出システム。

【請求項 6】

請求項 5 記載の光検出システムにおいて、

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 5、第 6 の状態のときに前記第
1 の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第 5、第 6 の状態のときの前記
駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 2 の放電確率算出部によって算出された放電確率と
に基づいて、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を算出するように構成
された受光量算出部をさらに備えることを特徴とする光検出システム。 50

【請求項 7】

請求項 5 または 6 記載の光検出システムにおいて、

前記第 2 の放電確率算出部は、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅を T_0 、前記光センサの基準受光量を Q_0 、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差を $Q_1 - Q_2$ 、前記第 1 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 1_1P 、前記第 2 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 1_2P 、前記第 3 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 2_3P 、前記第 4 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 2_4P 、前記第 5 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 1P 、前記第 6 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 2P 、前記第 1、第 3 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T_1 、前記第 2、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T_2 、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T 、前記正規の放電の放電確率を P_{aA} 、前記非正規の放電の放電確率を P_{bA} としたとき、

10

【数 9】

$$P_{aA} = 1 - \left(\frac{1 - {}^1_1P}{1 - {}^1_2P} \cdot \frac{1 - {}^2_4P}{1 - {}^2_3P} \right)^{\frac{Q_0}{(Q_1 - Q_2)(T_1 - T_2)}}$$

により、前記正規の放電の放電確率 P_{aA} を算出し、

20

【数 10】

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1 - {}^1_1P}{1 - {}^1_2P} \cdot \frac{1 - {}^2_4P}{1 - {}^2_3P} \right)^{-\frac{T}{(T_1 - T_2)T_0}} \cdot \frac{1 - {}^1P}{1 - {}^2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1 - Q_2}}$$

により、前記非正規の放電の放電確率 P_{bA} を算出することを特徴とする光検出システム。

【請求項 8】

請求項 6 記載の光検出システムにおいて、

30

前記受光量算出部は、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅を T_0 、前記光センサの基準受光量を Q_0 、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差を $Q_1 - Q_2$ 、前記第 5 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 1P 、前記第 6 の状態のときに前記第 1 の放電確率算出部によって算出された放電確率を 2P 、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅を T 、前記第 2 の放電確率算出部によって算出された前記正規の放電の放電確率を P_{aA} 、前記第 2 の放電確率算出部によって算出された前記非正規の放電の放電確率を P_{bA} 、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を Q としたとき、

【数 11】

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1 - {}^1P}{1 - {}^2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1 - Q_2}}$$

40

により、前記受光量 Q を算出することを特徴とする光検出システム。

【請求項 9】

第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、

前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、

前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 の

50

ステップと、

前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、

10

前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じ第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、

前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、

20

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 2 の状態と同じ第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、

前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、

30

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2 の状態と前記第 3、第 4 の状態における前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、この記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せずに発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第 17 のステップと、

40

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 17 のステップで算出した放電確率とに基づいて、前記第 1、第 2 の状態または前記第 3、第 4 の状態のときの前記光センサの受光量を算出する第 18 のステップとを含むことを特徴とする光検出システムの受光量測定方法。

【請求項 10】

第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、

前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、

50

前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 のステップと、

前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、

前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じ第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、

前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 2 の状態と同じ第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、

前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 3 の状態または前記第 2、第 4 の状態のどちらかと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 17 のステップと、

前記第 5 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 18 のステップと、

前記第 5 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 19 のステップと、

前記第 17 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 19 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 5 の状態のときの放電確率を算出する第 20 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 21 のステップと、

前記第 6 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 22 のステップと、

前記第 6 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 23 のステップと、

前記第 21 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 23 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 6 の状態のとき

10

20

30

40

50

の放電確率を算出する第 24 のステップと、

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、この記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16、第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第 25 のステップと、

10

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 25 のステップで算出した放電確率とに基づいて、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を算出する第 26 のステップとを含むことを特徴とする光検出システムの受光量測定方法。

【請求項 11】

第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、

20

前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、

前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 のステップと、

前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、

30

前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、

前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じかまたは異なる第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、

40

前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 3 の状態と異なる第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、

50

前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のうち少なくとも 1 つと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 17 のステップと、

前記第 5 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 18 のステップと、

前記第 5 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 19 のステップと、

10

前記第 17 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 19 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 5 の状態のときの放電確率を算出する第 20 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 21 のステップと、

前記第 6 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 22 のステップと、

前記第 6 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 23 のステップと、

20

前記第 21 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 23 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 6 の状態のときの放電確率を算出する第 24 のステップと、

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態とにおける前記パルス幅の差と、前記第 3 の状態と前記第 4 の状態とにおける前記パルス幅の差とが等しいという条件の下で、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16、第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第 25 のステップとを含むことを特徴とする光検出システムの放電確率算出方法。

30

【請求項 12】

第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、

前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、

前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 のステップと、

40

前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、

前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、

50

前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じかまたは異なる第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、

前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、

前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 3 の状態と異なる第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、

前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、

前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のうち少なくとも 1 つと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 17 のステップと、

前記第 5 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 18 のステップと、

前記第 5 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 19 のステップと、

前記第 17 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 19 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 5 の状態のときの放電確率を算出する第 20 のステップと、

前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 21 のステップと、

前記第 6 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 22 のステップと、

前記第 6 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 23 のステップと、

前記第 21 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 23 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 6 の状態のときの放電確率を算出する第 24 のステップと、

前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態における前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態とにおける前記パルス幅の差と、前記第 3 の状態と前記第 4 の状態とにおける前記パルス幅の差とが等しいという条件の下で、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16、第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せずに発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電

10

20

30

40

50

効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第25のステップと、

前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第20、第24のステップで算出した放電確率と、前記第5、第6の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第25のステップで算出した放電確率とに基づいて、前記第5、第6の状態のときの前記光センサの受光量を算出する第26のステップを含むことを特徴とする光検出システムの受光量測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、火炎などの光を検出する光検出システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

燃焼炉等において火炎の光から放出される紫外線に基づいて火炎の有無を検出する光センサとして、光電管式紫外線センサが利用される場合がある。光電管式紫外線センサの放電には、光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規な放電現象（疑放電）が起きることが観測されている。

【0003】

特許文献1では、光センサに印加する駆動パルスのパルス幅を制御して放電の受光量を計算から求め、光量から火炎センサの寿命を判定することができる火炎検出システムが提案されている。しかし、実際の光センサの放電には故障と総称されるノイズによる非正規の放電が含まれており、火炎による光がない場合でも放電が起きてしまい、誤検出してしまう場合があった。そのような放電の誤検出を除去するために、ノイズ成分を考慮した放電確率の測定方法を考慮する必要がある。

【0004】

また、特許文献2に開示された火炎検出システムでは、正規の放電以外のノイズ成分の放電確率を考慮した受光量の求め方が提案されており、精度よく火炎の有無を検出することを可能としている。しかしながら、特許文献2に開示された火炎検出システムでは、ノイズ成分の放電確率が既知である必要がある。

【0005】

また、特許文献3に開示された故障検出装置では、光センサへ入射する電磁波を遮断するシャッタ機構を設けることで光センサの自己放電による故障を検出することが提案されている。しかしながら、特許文献3に開示された故障検出装置では、光センサの寿命による測定感度の変化で正規の放電と非正規の放電とを区別するための判別方法が無く、故障の検知を誤る可能性があった。

なお、以上の課題は、火炎検出システムに限らず、光センサを用いる光検出システムにおいて同様に発生する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2018-84422号公報

【特許文献2】特開2018-84423号公報

【特許文献3】特開平05-012581号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分を除外した正規の放電の放電確率と、光センサの受光量に依存して発生する、ノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出することができる光検出システムおよび放電確率算出方法を提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

また、本発明は、ノイズ成分の放電確率の一部が未知数の場合でも受光量を算出することができる光検出システムおよび受光量測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の光検出システム（第1の実施例）は、第1の光源から放出される光を検出するように構成された光センサと、発生した光が前記第1の光源からの光と共に前記光センサに入射するように設置された、光量が既知の第2の光源と、前記第2の光源の点灯/消灯を制御するように構成された光源制御部と、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加するように構成された印加電圧生成部と、前記光センサの放電電流を検出するように構成された電流検出部と、この電流検出部によって検出された放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出するように構成された放電判定部と、前記第2の光源が点灯または消灯した第1の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と異なる第2の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1、第2の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と同じ第3の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第3の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第2の状態と同じ第4の状態のそれぞれについて、前記印加電圧生成部による前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記放電判定部によって検出された放電の回数とに基づいて放電確率を算出するように構成された第1の放電確率算出部と、前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第1、第2の状態と前記第3、第4の状態における前記光センサの受光量の差とを予め記憶するように構成された記憶部と、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第1、第2、第3、第4の状態のときに前記第1の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第1、第2、第3、第4の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出するように構成された第2の放電確率算出部と、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第1、第2、第3、第4の状態のときに前記第1の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第1、第2、第3、第4の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第2の放電確率算出部によって算出された放電確率とに基づいて、前記第1、第2の状態または前記第3、第4の状態のときの前記光センサの受光量を算出するように構成された受光量算出部とを備えることを特徴とするものである。

【0009】

また、本発明の光検出システム（第1の実施例）は、第1の光源から放出される光を検出するように構成された光センサと、発生した光が前記第1の光源からの光と共に前記光センサに入射するように設置された、光量が既知の第2の光源と、前記第2の光源の点灯/消灯を制御するように構成された光源制御部と、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加するように構成された印加電圧生成部と、前記光センサの放電電流を検出するように構成された電流検出部と、この電流検出部によって検出された放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出するように構成された放電判定部と、前記第2の光源が点灯または消灯した第1の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と異なる第2の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1、第2の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と同じ第3の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第3の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第2の状態と同じ第4の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1、第2の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1、第3の状態または前記第2、第4の状態のどちらかと同じか、前記第1、第2、第3、第4の状態のいずれとも異なる第5の状態

と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第3、第4の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第5の状態と同じ第6の状態のそれぞれについて、前記印加電圧生成部による前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記放電判定部によって検出された放電の回数とに基づいて放電確率を算出するように構成された第1の放電確率算出部と、前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第1、第2、第5の状態と前記第3、第4、第6の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶するように構成された記憶部と、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第1、第2、第3、第4、第5、第6の状態のときに前記第1の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第1、第2、第3、第4、第5、第6の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出するように構成された第2の放電確率算出部と、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第5、第6の状態のときに前記第1の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第5、第6の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第2の放電確率算出部によって算出された放電確率とに基づいて、前記第5、第6の状態のときの前記光センサの受光量を算出するように構成された受光量算出部とを備えることを特徴とするものである。

10

20

【0010】

また、本発明の光検出システム(第2の実施例)は、第1の光源から放出される光を検出するように構成された光センサと、発生した光が前記第1の光源からの光と共に前記光センサに入射するように設置された、光量が既知の第2の光源と、前記第2の光源の点灯/消灯を制御するように構成された光源制御部と、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加するように構成された印加電圧生成部と、前記光センサの放電電流を検出するように構成された電流検出部と、この電流検出部によって検出された放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出するように構成された放電判定部と、前記第2の光源が点灯または消灯した第1の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と異なる第2の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1、第2の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と同じかまたは異なる第3の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第3の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第3の状態と異なる第4の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1、第2の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1、第2、第3、第4の状態のうち少なくとも1つと同じか、前記第1、第2、第3、第4の状態のいずれとも異なる第5の状態と、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第3、第4の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第5の状態と同じ第6の状態のそれぞれについて、前記印加電圧生成部による前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記放電判定部によって検出された放電の回数とに基づいて放電確率を算出するように構成された第1の放電確率算出部と、前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第1、第2、第5の状態と前記第3、第4、第6の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶するように構成された記憶部と、前記第1の状態と前記第2の状態とにおける前記パルス幅の差と、前記第3の状態と前記第4の状態とにおける前記パルス幅の差とが等しいという条件の下で、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第1、第2、第3、第4、第5、第6の状態のときに前記第1の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第1、第2、第5、第6の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依

30

40

50

存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出するように構成された第2の放電確率算出部とを備えることを特徴とするものである。

【0011】

また、本発明の光検出システムの1構成例(第2の実施例)は、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第5、第6の状態のときに前記第1の放電確率算出部によって算出された放電確率と、前記第5、第6の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第2の放電確率算出部によって算出された放電確率とに基づいて、前記第5、第6の状態のときの前記光センサの受光量を算出するように構成された受光量算出部をさらに備えることを特徴とするものである。

10

【0012】

また、本発明の光検出システムの受光量測定方法(第1の実施例)は、第1の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第2の光源からの光を入射させるか、または前記第2の光源を消灯した第1の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第1のステップと、前記第1の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第2のステップと、前記第1の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第3のステップと、前記第1のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第3のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第1の状態のときの放電確率を算出する第4のステップと、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と異なる第2の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第5のステップと、前記第2の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第6のステップと、前記第2の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第7のステップと、前記第5のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第7のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第2の状態のときの放電確率を算出する第8のステップと、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第1、第2の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第1の状態と同じ第3の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第9のステップと、前記第3の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第10のステップと、前記第3の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第11のステップと、前記第9のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第11のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第3の状態のときの放電確率を算出する第12のステップと、前記第2の光源の点灯/消灯の状態が前記第3の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第2の状態と同じ第4の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第13のステップと、前記第4の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第14のステップと、前記第4の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第15のステップと、前記第13のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第15のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第4の状態のときの放電確率を算出する第16のステップと、前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第1、第2の状態と前記第3、第4の状態における前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、この記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第4、第8、第12、第16のステップで算出した放電確率と、前記第1、第2、第3、第4の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第17のステップと、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第4、第8、第12、第16のステッ

20

30

40

50

ブで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 17 のステップで算出した放電確率とに基づいて、前記第 1、第 2 の状態または前記第 3、第 4 の状態のときの前記光センサの受光量を算出する第 18 のステップとを含むことを特徴とするものである。

【0013】

また、本発明の光検出システムの受光量測定方法（第 1 の実施例）は、第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 のステップと、前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じ第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 2 の状態と同じ第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 3 の状態または前記第 2、第 4 の状態のどちらかと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 17 のステップと、前記第 5 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 18 のステップと、前記第 5 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 19 のステップと、前記第 17 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 19 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 5 の状態のときの放電確率を算出する第 20 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 21 のステップと、前記第 6 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 22 のステップと、前記第 6 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 23 のステップと、前記第 21 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 23 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 6 の状態のときの放電確率を算出する第 24 のステップと、前記光センサの既知の感度パラメータとし

て、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、この記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16、第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せずに発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第 25 のステップと、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 25 のステップで算出した放電確率とに基づいて、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を算出する第 26 のステップとを含むことを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【0014】

また、本発明の光検出システムの放電確率算出方法（第 2 の実施例）は、第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 のステップと、前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じかまたは異なる第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 3 の状態と異なる第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のうち少なくとも 1 つと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 17 のステップと、前記第 5 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 18 のステップと、前記第 5 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 19 のステップと、前記第 17 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電

圧の印加中に前記第 19 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 5 の状態のときの放電確率を算出する第 20 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 21 のステップと、前記第 6 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 22 のステップと、前記第 6 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 23 のステップと、前記第 21 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 23 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 6 の状態のときの放電確率を算出する第 24 のステップと、前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態とにおける前記パルス幅の差と、前記第 3 の状態と前記第 4 の状態とにおける前記パルス幅の差とが等しいという条件の下で、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16、第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第 25 のステップとを含むことを特徴とするものである。

10

20

【0015】

また、本発明の光検出システムの受光量測定方法（第 2 の実施例）は、第 1 の光源から放出される光を検出する光センサに光量が既知の第 2 の光源からの光を入射させるか、または前記第 2 の光源を消灯した第 1 の状態のときに、前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 1 のステップと、前記第 1 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 2 のステップと、前記第 1 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 3 のステップと、前記第 1 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 3 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 1 の状態のときの放電確率を算出する第 4 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と異なる第 2 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 5 のステップと、前記第 2 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 6 のステップと、前記第 2 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 7 のステップと、前記第 5 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 7 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 2 の状態のときの放電確率を算出する第 8 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と異なり、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1 の状態と同じかまたは異なる第 3 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 9 のステップと、前記第 3 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 10 のステップと、前記第 3 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 11 のステップと、前記第 9 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 11 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 3 の状態のときの放電確率を算出する第 12 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 3 の状態と異なる第 4 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 13 のステップと、前記第 4 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 14 のステップと、前記第 4 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 15 のステップと、前記第 13 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 15 のス

30

40

50

テップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 4 の状態のときの放電確率を算出する第 16 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 1、第 2 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のうち少なくとも 1 つと同じか、前記第 1、第 2、第 3、第 4 の状態のいずれとも異なる第 5 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 17 のステップと、前記第 5 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 18 のステップと、前記第 5 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 19 のステップと、前記第 17 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 19 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 5 の状態のときの放電確率を算出する第 20 のステップと、前記第 2 の光源の点灯 / 消灯の状態が前記第 3、第 4 の状態と同じで、かつ前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記第 5 の状態と同じ第 6 の状態のときに前記光センサの電極に駆動パルス電圧を周期的に印加する第 21 のステップと、前記第 6 の状態のときの前記光センサの放電電流を検出する第 22 のステップと、前記第 6 の状態のときの前記放電電流に基づいて前記光センサの放電を検出する第 23 のステップと、前記第 21 のステップによる前記駆動パルス電圧の印加回数と、この駆動パルス電圧の印加中に前記第 23 のステップで検出した放電の回数とに基づいて前記第 6 の状態のときの放電確率を算出する第 24 のステップと、前記光センサの既知の感度パラメータとして、前記駆動パルス電圧の基準パルス幅と、前記光センサの基準受光量と、前記第 1、第 2、第 5 の状態と前記第 3、第 4、第 6 の状態とにおける前記光センサの受光量の差とを予め記憶する記憶部を参照し、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態とにおける前記パルス幅の差と、前記第 3 の状態と前記第 4 の状態とにおける前記パルス幅の差とが等しいという条件の下で、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 4、第 8、第 12、第 16、第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 1、第 2、第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅とに基づいて、前記駆動パルス電圧のパルス幅が前記基準パルス幅で前記光センサの受光量が前記基準受光量のときの正規の放電の放電確率と、前記駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ前記光センサの受光量に依存して発生する、前記光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出する第 25 のステップと、前記記憶部に記憶されている感度パラメータと、前記第 20、第 24 のステップで算出した放電確率と、前記第 5、第 6 の状態のときの前記駆動パルス電圧のパルス幅と、前記第 25 のステップで算出した放電確率とに基づいて、前記第 5、第 6 の状態のときの前記光センサの受光量を算出する第 26 のステップとを含むことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、検出対象の第 1 の光源とは別に、光量が既知の第 2 の光源と光源制御部とを設け、さらに印加電圧生成部と電流検出部と放電判定部と第 1 の放電確率算出部と記憶部と第 2 の放電確率算出部と受光量算出部とを設けることにより、駆動パルス電圧のパルス幅に依存して発生しかつ光センサの受光量に依存せず発生する、ノイズ成分による非正規の放電の放電確率と、駆動パルス電圧のパルス幅と光センサの受光量とに依存せず発生する、ノイズ成分による非正規の放電の放電確率のうち少なくとも一方が未知数の場合でも、受光量を算出することができる。その結果、本発明では、求めた受光量から火災の有無を精度良く検出することが可能となる。また、本発明では、受光量により光センサの誤った寿命判定をしてしまう可能性を低減することができる。

【0017】

また、本発明では、検出対象の第 1 の光源とは別に、光量が既知の第 2 の光源と光源制御部とを設け、さらに印加電圧生成部と電流検出部と放電判定部と第 1 の放電確率算出部と記憶部と第 2 の放電確率算出部とを設けることにより、光センサの光電効果による放電以外のノイズ成分を除外した正規の放電の放電確率と、駆動パルス電圧のパルス幅に依存せず発生しかつ光センサの受光量に依存して発生する、ノイズ成分による非正規の放電の放電確率とを算出することができる。その結果、本発明では、これら正規の放電の放電

確率と非正規の放電の放電確率に基づく光センサの寿命判定を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、本発明の第1の実施例に係る光検出システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施例において光センサに印加される駆動パルス、および電流検出回路において検出される検出電圧を示す波形図である。

【図3】図3は、本発明の第1の実施例に係る光検出システムの動作を説明するフローチャートである。

【図4】図4は、本発明の第1の実施例に係る光検出システムの動作を説明するフローチャートである。

【図5】図5は、本発明の第1の実施例に係る光検出システムの別の動作を説明するフローチャートである。

【図6】図6は、本発明の第1の実施例に係る光検出システムの別の動作を説明するフローチャートである。

【図7】図7は、本発明の第2の実施例に係る光検出システムの構成を示すブロック図である。

【図8】図8は、本発明の第2の実施例に係る光検出システムの動作を説明するフローチャートである。

【図9】図9は、本発明の第1、第2の実施例に係る光検出システムを実現するコンピュータの構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[第1の実施例]

以下、ノイズ成分を除外した正規の放電およびノイズ成分による非正規の放電の測定方法と、受光量の測定方法について説明する。光電効果を利用した光センサは、光子が電極に当たることによって通電する光電管である。通電は次の条件で進行する。

【0020】

[光センサの動作]

光センサの1対の電極間に電圧を印加した状態において、一方の電極に光子が当たると、ある確率で光電子が飛び出し、電子なだれを起こしながら通電する（電極間に放電電流が流れる）。

電極間に電圧が掛かっている間、光センサは通電し続ける。あるいは、光センサの通電が確認されたら直ちに電圧を下げることで通電が停止する。このように、光センサは、電極間の電圧が下がると、通電を終了する。

【0021】

光センサの電極に光子が1個当たったときに、光センサが放電する確率を P_1 とする。また、光センサの電極に光子が2個当たったときに、光センサが放電する確率を P_2 とする。 P_2 は1個目の光子でも2個目の光子でも放電しない確率の逆なので、 P_2 と P_1 の関係は、式(1)のように表される。

【0022】

【数1】

$$(1 - P_2) = (1 - P_1)^2 \quad \dots (1)$$

【0023】

一般に n 個の光子が光センサの電極に当たったときに光センサが放電する確率を P_n 、 m 個の光子が光センサの電極に当たったときに光センサが放電する確率を P_m とすると（ n, m は自然数）、式(1)と同様に式(2)と式(3)が成り立つ。

【0024】

10

20

30

40

50

【数 2】

$$(1 - P_n) = (1 - P_1)^n \quad \dots (2)$$

$$(1 - P_m) = (1 - P_1)^m \quad \dots (3)$$

【0025】

式(2)と式(3)から、 P_n と P_m の関係として式(4)が導ける。

【0026】

【数 3】

$$(1 - P_n)^{\frac{1}{n}} = (1 - P_m)^{\frac{1}{m}} \quad \dots (4)$$

$$(1 - P_n)^{\frac{m}{n}} = (1 - P_m)$$

$$\frac{m}{n} = \log_{(1-P_n)}(1 - P_m) \quad \dots (4)$$

【0027】

単位時間あたりに光センサの電極に飛来してくる光子の数を E 、光センサの放電開始電圧以上の電圧を電極間に印加する時間(以下パルス幅と呼ぶ)を T とすると、電圧印加1回あたりに電極に衝突する光子の数は ET で表される。よって、同一の光センサを、ある条件Aと別の条件Bで動作させた際の、光子数 E 、パルス幅 T 、放電確率 P の関係は式(5)のとおりとなる。ここで、基準とする光子数を E_0 と定め、 $Q = E / E_0$ とすると、式(6)となる。ここで、 Q を受光量と呼ぶこととする。

【0028】

【数 4】

$$\frac{E_B T_B}{E_A T_A} = \log_{(1-P_A)}(1 - P_B) \quad \dots (5)$$

$$\frac{Q_B T_B}{Q_A T_A} = \log_{(1-P_A)}(1 - P_B) \quad \dots (6)$$

【0029】

[光検出システムの構成と動作]

図1は本発明の第1の実施例に係る光検出システムの構成を示すブロック図である。光検出システムは、光センサを駆動し、光センサの駆動結果から放電確率と光源からの受光量とを算出するものである。この光検出システムは、炎やLEDやランプなどの光源100(第1の光源)から生じる光(紫外線)を検出する光センサ1と、外部電源2と、光センサ1および外部電源2が接続された演算装置3と、発生した光が光源100からの光と共に光センサ1に入射するように設置された追加光源101(第2の光源)とを備えている。

【0030】

光センサ1は、両端部が塞がれた円筒状の外囲器と、この外囲器の両端部を貫通する2本の電極ピンと、外囲器内部において電極ピンにより互いに平行に支持された2枚の電極とを備えた光電管から構成されている。このような光センサ1では、電極支持ピンを介して電極間に所定の電圧を印加した状態において、光源100に対向配置された一方の電極に紫外線が照射されると、光電効果によりその電極から電子が放出され、電極間に放電電流が流れる。

【0031】

外部電源2は、例えば、100[V]または200[V]の電圧値を有する交流の商用

10

20

30

40

50

電源からなる。

【0032】

演算装置3は、外部電源2に接続された電源回路11と、この電源回路11に接続された印加電圧生成回路12およびトリガ回路13と、光センサ1の下流側の端子1bと接地ラインGNDとの間に直列に接続された抵抗R1とR2とからなる分圧抵抗14と、この分圧抵抗14の抵抗R1とR2との接続点Paに生じる電圧(参照電圧)Vaを光センサ1に流れる電流Iとして検出する電流検出回路15と、印加電圧生成回路12とトリガ回路13と電流検出回路15とが接続された処理回路16と、追加光源101の点灯/消灯を制御する光源制御部21とを備えている。

【0033】

電源回路11は、外部電源2から入力される交流電力を、印加電圧生成回路12およびトリガ回路13に供給する。また、演算装置3の駆動用の電力は、電源回路11より取得される。ただし、交流/直流を問わず別電源から駆動用の電力を取得するように構成することもできる。

【0034】

印加電圧生成回路12(印加電圧生成部)は、電源回路11により印加される交流電圧を所定の値まで昇圧させて光センサ1に印加する。本実施例では、処理回路16からの矩形パルスPSと同期した200[V]のパルス状の電圧(光センサ1の放電開始電圧 V_{ST} 以上の電圧)を駆動パルス電圧PMとして生成し、この生成した駆動パルス電圧PMを光センサ1に印加する。図2に光センサ1に印加される駆動パルス電圧PMを示す。駆動パルス電圧PMは、処理回路16からの矩形パルスPSと同期しており、そのパルス幅Tは矩形パルスPSのパルス幅と等しい。処理回路16からの矩形パルスPSについては後述する。

【0035】

トリガ回路13は、電源回路11により印加される交流電圧の所定の値点を検出し、この検出結果を処理回路16に入力する。本実施例において、トリガ回路13は、電圧値が最小となる最小値点を所定の値点(トリガ時点)として検出する。このように交流電圧について所定の値点を検出することにより、その交流電圧の1周期を検出することが可能となる。

【0036】

分圧抵抗14は、抵抗R1とR2との分圧電圧として参照電圧Vaを生成し、電流検出回路15に入力する。ここで、光センサ1の上流側の端子1aに印加される駆動パルスPMの電圧値は、上述したように200[V]という高電圧となっているので、光センサ1の電極間に電流が流れた時にその下流側の端子1bに生じる電圧をそのまま電流検出回路15に入力すると電流検出回路15に大きな負荷がかかることとなる。このため、本実施例では、分圧抵抗14によって電圧値が低い参照電圧Vaを生成し、これを電流検出回路15に入力するようにしている。

【0037】

電流検出回路15(電流検出部)は、分圧抵抗14から入力される参照電圧Vaを光センサ1の放電電流Iとして検出し、この検出した参照電圧Vaを検出電圧Vpvとして処理回路16に入力する。

処理回路16は、矩形パルス生成部17と、A/D変換部18と、感度パラメータ記憶部19と、中央処理部20とを備えている。

【0038】

矩形パルス生成部17は、トリガ回路13がトリガ時点を検出する毎に、すなわち電源回路11からトリガ回路13に印加される交流電圧の1周期毎に、パルス幅Tの矩形パルスPSを生成する。この矩形パルス生成部17が生成する矩形パルスPSが印加電圧生成回路12へ送られる。矩形パルス生成部17と印加電圧生成回路12とは、駆動パルス電圧PMのパルス幅を調整可能である。すなわち、矩形パルス生成部17が矩形パルスPSのパルス幅を所望の値に設定することにより、矩形パルスPSと等しいパルス幅の駆動パ

10

20

30

40

50

ルス電圧 P M が印加電圧生成回路 1 2 から出力される。

A / D 変換部 1 8 は、電流検出回路 1 5 からの検出電圧 V p v を A / D 変換し、中央処理部 2 0 へ送る。

【 0 0 3 9 】

中央処理部 2 0 は、プロセッサや記憶装置からなるハードウェアと、これらのハードウェアと協働して各種機能を実現させるプログラムとによって実現され、放電判定部 2 0 1 と、放電確率算出部 2 0 2 , 2 0 3 と、パルス印加数積算部 2 0 4 と、印加数判定部 2 0 5 と、受光量算出部 2 0 6 と、受光量判定部 2 0 7 として機能する。

【 0 0 4 0 】

中央処理部 2 0 において、放電判定部 2 0 1 は、電流検出回路 1 5 によって検出された光センサ 1 の放電電流に基づいて光センサ 1 の放電を検出する。具体的には、放電判定部 2 0 1 は、光センサ 1 に駆動パルス電圧 P M が印加される毎（矩形パルス P S が生成される毎）に、A / D 変換部 1 8 から入力される検出電圧 V p v と予め定められている閾値電圧 V t h とを比較し（図 2 参照）、検出電圧 V p v が閾値電圧 V t h を超えた場合に光センサ 1 が放電したと判定し、放電回数 n を 1 増やす。

10

【 0 0 4 1 】

放電確率算出部 2 0 2 は、光センサ 1 に印加された駆動パルス電圧 P M の印加回数 N が所定数を超えたとき（矩形パルス P S のパルス数が所定数を超えたとき）に、放電判定部 2 0 1 によって検出された放電回数 n と駆動パルス電圧 P M の印加回数 N とから光センサ 1 の放電確率 P を算出する。

20

【 0 0 4 2 】

この放電確率 P をフレーム信号として出力する。ある動作条件、受光量 Q₀（Q₀ > 0）、パルス幅 T₀における放電確率 P₀が既知であるとする。例えば光検出システムの出荷検査において、定められた受光量とパルス幅における放電確率 P を測定しておく方法がある。このとき、受光量 Q、パルス幅 T、放電確率 P の関係は、式（7）となる。ただし、P = 0 は Q = 0 とする。本発明では、P = 0 のときと P = 1 のときは、受光量 Q の算出処理から除外する。

【 0 0 4 3 】

【数 5】

$$\frac{QT}{Q_0T_0} = \log_{(1-P_0)}(1-P) \quad \dots (7)$$

30

【 0 0 4 4 】

いま、Q₀、T₀、P₀が既知で、T は光検出システムが制御しているパルス幅なので既知である。複数回の駆動パルス電圧 P M を光センサ 1 に印加し、放電回数 n を測定し、放電確率 P を算出すれば、未知数である受光量 Q を式（7）から算出することができる。この受光量 Q をフレーム信号として出力してもよい。

【 0 0 4 5 】

[ノイズを考慮した光検出システムの動作]

式（7）から、ある動作条件、受光量 Q₀、パルス幅 T₀における放電確率 P_{aA}が既知であるとし、受光量 Q、パルス幅 T、放電確率 P の関係は、式（8）で与えられる。

40

【 0 0 4 6 】

【数 6】

$$(1-P) = (1-P_{aA})^{\frac{QT}{Q_0T_0}} \quad \dots (8)$$

【 0 0 4 7 】

光センサ 1 の放電と時間との関係としては、下記の 2 とおりが考えられる。

(a) 駆動パルス電圧 P M の印加中に一律の確率で現れる放電（式（8））。

(b) 駆動パルス電圧 P M の立ち上がり若しくは立ち下がり時に現れる放電。

50

【 0 0 4 8 】

次に、光センサ 1 の放電と受光量との関係は、下記の 2 とおりが考えられる。

(A) 受光量と式 (8) の関係に従って現れる放電。

(B) 受光量と無関係に表れる放電。

【 0 0 4 9 】

【 表 1 】

		放電確率と時間の関係		
		式(8)に従う	印加電圧立ち上がり／立ち下がり時の放電	
		a	b	
放電確率と光量の関係	式(8)に従う(光量に関わらず光子 1 個当たりの放電確率一定)	A	aA	bA
	光量に無関係に放電する	B	aB	bB

10

【 0 0 5 0 】

表 1 のマトリクスのとおり、(a)、(b) と (A)、(B) の組み合わせで光センサ 1 のノイズ放電を類型できる。本発明では、(a) と (A) の組み合わせ (a A)、(a) と (B) の組み合わせ (a B)、(b) と (A) の組み合わせ (b A)、(b) と (B) の組み合わせ (b B) が確実に観測される可能性が高いと考えられる。

【 0 0 5 1 】

20

a A の組み合わせの放電は、「感度」と呼ばれる正常な放電 (式 (8) に組み込み済み) である。a B の組み合わせの放電は、熱電子などがトリガとなる紫外線量に無関係な放電である。b A の組み合わせの放電は、突入電流や残存イオンにより駆動パルス電圧の立ち上がり若しくは立ち下がり時に限定的に発生する放電のうち光量に依存する放電である。b B の組み合わせの放電は、突入電流や残存イオンにより駆動パルス電圧の立ち上がり若しくは立ち下がり時に限定的に発生する放電のうち光量に依存しない放電である。

【 0 0 5 2 】

なお、表 1 に類型化したものは UV (ultraviolet) 故障モードの全てではない。例えば放電が切れない、感度波長が異なるなど、表 1 に含まれない故障モードがある。

【 0 0 5 3 】

30

以上の a A の放電と 3 種の a B , b A , b B のノイズ放電とは、式 (9) の形で表すことができる。

【 0 0 5 4 】

【 数 7 】

$$(1 - P) = (1 - P_{aA})^{\frac{QT}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \dots (9)$$

【 0 0 5 5 】

式 (9) において、P_{aB} は受光量 Q、パルス幅 T における a B の放電確率、P_{bA} は受光量 Q、パルス幅 T における b A の放電確率、P_{bB} は受光量 Q、パルス幅 T における b B の放電確率である。

40

【 0 0 5 6 】

[放電確率 P_{aA} , P_{bA} の算出方法]

式 (9) において、放電確率 P_{aA} , P_{bA}、光量 Q が未知数で、放電確率 P_{aB} , P_{bB} が既知であるとする。例えば光源 1 0 0 に加えて、光量が既知の追加光源 1 0 1 を点灯させたときの受光量を Q₁、追加光源 1 0 1 を消灯した状態の光源 1 0 0 のみでのときの受光量を Q₂ (Q₁ > Q₂) とすると、受光量 Q₁ と Q₂ との差は追加光源 1 0 1 の光量となるので、受光量 Q₁ , Q₂ が未知の値であっても、Q₁ - Q₂ は既知の値となる。受光量 Q₁ のときの放電確率を¹P とし、受光量 Q₁ と放電確率¹P とを式 (9) に代入すると、式 (1 0)

50

となる。

【 0 0 5 7 】

【 数 8 】

$$(1 - {}^1P) = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_1 T}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_1}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \cdots (10)$$

【 0 0 5 8 】

また、受光量 Q_2 のときの放電確率を 2P とし、受光量 Q_2 と放電確率 2P とを式 (9) に代入すると、式 (11) となる。 10

【 0 0 5 9 】

【 数 9 】

$$(1 - {}^2P) = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_2 T}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_2}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \cdots (11)$$

【 0 0 6 0 】

式 (10) を式 (11) で除すると、式 (12) となる。

【 0 0 6 1 】

【 数 10 】

$$\frac{1 - {}^1P}{1 - {}^2P} = \left((1 - P_{aA})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) \right)^{\frac{Q_1 - Q_2}{Q_0}} \cdots (12)$$

【 0 0 6 2 】

さらに、駆動パルス電圧 PM のパルス幅が T_1 で、受光量が Q_1 のときの放電確率を 1_1P 、駆動パルス電圧 PM のパルス幅が T_1 で、受光量が Q_2 のときの放電確率を 2_1P とすると、式 (12) より式 (13) が得られる。 30

【 0 0 6 3 】

【 数 11 】

$$\frac{1 - {}^1_1P}{1 - {}^2_1P} = \left((1 - P_{aA})^{\frac{T_1}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) \right)^{\frac{Q_1 - Q_2}{Q_0}} \cdots (13)$$

【 0 0 6 4 】

また、駆動パルス電圧 PM のパルス幅が T_2 (T_1 、 T_2) で、受光量が Q_1 のときの放電確率を 1_2P 、駆動パルス電圧 PM のパルス幅が T_2 で、受光量が Q_2 のときの放電確率を 2_2P とすると、式 (12) より式 (14) が得られる。 40

【 0 0 6 5 】

【 数 12 】

$$\frac{1 - {}^1_2P}{1 - {}^2_2P} = \left((1 - P_{aA})^{\frac{T_2}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) \right)^{\frac{Q_1 - Q_2}{Q_0}} \cdots (14)$$

【 0 0 6 6 】

受光量 Q_1 、 Q_2 とパルス幅 T_1 、 T_2 を組み合わせて測定したときのそれぞれの放電確率 50

の表記を表 2 にまとめる。

【 0 0 6 7 】

【 表 2 】

	光量 Q_1	光量 Q_2
パルス幅 T_1	1_1P	2_1P
パルス幅 T_2	1_2P	2_2P

【 0 0 6 8 】

式 (1 3) を式 (1 4) で除して変形すると、式 (1 6) のように放電確率 P_{aA} を求めることができる。 10

【 0 0 6 9 】

【 数 1 3 】

$$\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \cdot \frac{1-{}^2_2P}{1-{}^1_2P} = (1 - P_{aA}) \frac{(T_1-T_2)(Q_1-Q_2)}{Q_0T_0} \dots (15)$$

$$P_{aA} = 1 - \left(\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \cdot \frac{1-{}^2_2P}{1-{}^1_2P} \right) \frac{Q_0T_0}{(T_1-T_2)(Q_1-Q_2)} \dots (16)$$

20

【 0 0 7 0 】

さらに、式 (1 6) を式 (1 2) に代入することで、式 (1 7) のように放電確率 P_{bA} を求めることができる。

【 0 0 7 1 】

【 数 1 4 】

$$\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} = \left(\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \cdot \frac{1-{}^2_2P}{1-{}^1_2P} \right)^{\frac{T}{(T_1-T_2)}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_1-Q_2}{Q_0}}$$

30

$$\left(\left(\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \cdot \frac{1-{}^2_2P}{1-{}^1_2P} \right)^{-\frac{T}{(T_1-T_2)}} \cdot \frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} = 1 - P_{bA}$$

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \cdot \frac{1-{}^2_2P}{1-{}^1_2P} \right)^{-\frac{T}{(T_1-T_2)}} \cdot \frac{1-{}^1_1P}{1-{}^2_1P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} \dots (17)$$

40

【 0 0 7 2 】

したがって、放電確率 1_1P , 2_1P , 1_2P , 2_2P , 1P , 2P をそれぞれ測定すれば、放電確率 P_{aA} , P_{bA} を得ることができる。

なお、 $T = T_1$ としてもよい。この場合の放電確率 P_{bA} は式 (1 8) のように求めることができる。

【 0 0 7 3 】

【数 15】

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-1P} \right)^{-\frac{T_1}{(T_1-T_2)}} \cdot \frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} \dots (18)$$

【0074】

また、 $T = T_2$ としてもよい。この場合の放電確率 P_{bA} は式 (19) のように求めることができる。

【0075】

10

【数 16】

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-1P} \right)^{-\frac{T_2}{(T_1-T_2)}} \cdot \frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} \dots (19)$$

【0076】

[受光量 Q の算出方法]

式 (12) を変形すると、式 (20) となる。

【0077】

20

【数 17】

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1-Q_2}} \dots (20)$$

【0078】

上記のとおり、 $T = T_1$ としてもよい。この場合の受光量 Q は式 (21) のように求めることができる。

【0079】

【数 18】

30

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T_1}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1-Q_2}} \dots (21)$$

【0080】

また、 $T = T_2$ としてもよい。この場合の受光量 Q は式 (22) のように求めることができる。

【0081】

【数 19】

40

$$(1 - P_{aA})^{\frac{T_2}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA}) = \left(\frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q}{Q_1-Q_2}} \dots (22)$$

【0082】

このように、式 (16) ~ 式 (19) から放電確率 P_{aA} , P_{bA} が既知であるとき、式 (20) ~ 式 (22) により受光量 Q を得ることができる。

したがって、放電確率 P_{aB} , P_{bB} のうち少なくとも一方が未知数の場合でも、検出対象の光源 100 に加えて、光量が既知の追加光源 101 を使用することで、受光量 Q を得ることができる。

【0083】

50

以下、本実施例の光検出システムの動作について更に詳細に説明する。図3、図4は本実施例の光検出システムの動作を説明するフローチャートである。

まず、放電確率算出部202は、パルス幅制御のための変数*i*を1に初期化する(図3ステップS100)。そして、放電確率算出部202は、光源制御部21に追加光源101を点灯するよう指示する。

【0084】

放電確率算出部202からの指示に応じて、光源制御部21は、追加光源101を点灯させる(図3ステップS101)。このときの光センサ1の受光量は未知の値 Q_1 である。追加光源101としては、例えばLEDがある。

【0085】

放電確率算出部202は、変数*i*が3より小さい場合(図3ステップS102においてYES)、矩形パルス生成部17に指示して駆動パルス電圧PMの印加を開始させる。放電確率算出部202からの指示に応じて、矩形パルス生成部17は、矩形パルスPSのパルス幅を所定の値 $T_i = T_1$ に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路12は、パルス幅 $T_i = T_1$ の駆動パルス電圧PMを光センサ1の1対の端子1a, 1b間に印加する(図3ステップS103)。

【0086】

放電判定部201は、電流検出回路15からの検出電圧 V_{pv} と予め定められている閾値電圧 V_{th} とを比較し、検出電圧 V_{pv} が閾値電圧 V_{th} を超えた場合に光センサ1が放電したと判定する。放電判定部201は、光センサ1が放電したと判定すると、これを1回として放電回数 ${}^1_1n = {}^1_1n$ をカウントする(図3ステップS104)。放電回数 1_1n と後述する駆動パルス電圧PMの印加回数 1_1N の初期値が共に0であることは言うまでもない。こうして、ステップS103, S104の処理が繰り返し実行される。

【0087】

パルス印加数積算部204は、矩形パルス生成部17から出力される矩形パルスPSを数えることにより、駆動パルス電圧PMの印加回数 1_1N を数える。

印加数判定部205は、駆動パルス電圧PMの印加回数 1_1N を所定数 N_{th} と比較する。

【0088】

放電確率算出部202は、ステップS103によるパルス幅 $T_i = T_1$ の駆動パルス電圧PMの印加開始時からの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^1_1N = {}^1_1N$ が所定数 N_{th} を超えたとき(図3ステップS105においてYES)、このときの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^1_1N = {}^1_1N$ と放電判定部201によって検出された放電回数 ${}^1_1n = {}^1_1n$ に基づいて、式(23)により放電確率 1_1P を算出する(図3ステップS106)。

$${}^1_1P = {}^1_1n / {}^1_1N \quad \dots (23)$$

【0089】

放電確率 1_1P の算出後、放電確率算出部202は、パルス幅制御のための変数*i*を1増やす(図3ステップS107)。放電確率算出部202は、変数*i*が3より小さい場合(ステップS102においてYES)、矩形パルス生成部17に指示して駆動パルス電圧PMの再度の印加を開始させる。

【0090】

放電確率算出部202からの指示に応じて、矩形パルス生成部17は、矩形パルスPSの出力を一旦停止した後、矩形パルスPSのパルス幅を所定の値 $T_i = T_2$ ($T_1 < T_2$)に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路12は、パルス幅 $T_i = T_2$ の駆動パルス電圧PMを光センサ1の1対の端子1a, 1b間に印加する(ステップS103)。

【0091】

放電判定部201は、上記と同様に電流検出回路15からの検出電圧 V_{pv} と閾値電圧 V_{th} とを比較し、検出電圧 V_{pv} が閾値電圧 V_{th} を超えた場合に光センサ1が放電し

10

20

30

40

50

たと判定し、放電回数 ${}^1_i n = {}^1_2 n$ を1増やす(ステップS104)。放電回数 ${}^1_2 n$ と後述する駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^1_2 N$ の初期値は共に0である。こうして、ステップS103, S104の処理が繰り返し実行される。

【0092】

放電確率算出部202は、ステップS103によるパルス幅 $T_i = T_2$ の駆動パルス電圧PMの印加開始時からの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^1_i N = {}^1_2 N$ が所定数Nthを超えたとき印加数判定部205が判定したとき(ステップS105においてYES)、このときの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^1_i N = {}^1_2 N$ と放電判定部201によって検出された放電回数 ${}^1_i n = {}^1_2 n$ に基づいて、式(24)により放電確率 ${}^1_2 P$ を算出する(ステップS106)。

$${}^1_2 P = {}^1_2 n / {}^1_2 N \quad \dots (24)$$

【0093】

放電確率 ${}^1_2 P$ の算出後、放電確率算出部202は、パルス幅制御のための変数iを1増やす(ステップS107)。放電確率算出部202は、受光量 Q_1 のときの測定が終了したとき、すなわち変数iが3に達したとき(ステップS102においてNO)、変数iを1に初期化する(図3ステップS108)。そして、放電確率算出部202は、光源制御部21に追加光源101を消灯するよう指示する。

【0094】

放電確率算出部202からの指示に応じて、光源制御部21は、追加光源101を消灯させる(図3ステップS109)。このときの光センサ1の受光量は未知の値 Q_2 である。上記のとおり、 $Q_1 - Q_2$ は既知の値である。

【0095】

放電確率算出部202は、変数iが3より小さい場合(図3ステップS110においてYES)、矩形パルス生成部17に指示して駆動パルス電圧PMの印加を開始させる。放電確率算出部202からの指示に応じて、矩形パルス生成部17は、矩形パルスPSのパルス幅を所定の値 $T_i = T_1$ に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路12は、パルス幅 $T_i = T_1$ の駆動パルス電圧PMを光センサ1の1対の端子1a, 1b間に印加する(図3ステップS111)。

【0096】

放電判定部201は、上記と同様に電流検出回路15からの検出電圧Vpvと閾値電圧Vthとを比較し、検出電圧Vpvが閾値電圧Vthを超えた場合に光センサ1が放電したと判定し、放電回数 ${}^2_i n = {}^2_1 n$ を1増やす(ステップS112)。放電回数 ${}^2_1 n$ と後述する駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^2_1 N$ の初期値は共に0である。こうして、ステップS111, S112の処理が繰り返し実行される。

【0097】

放電確率算出部202は、ステップS111によるパルス幅 $T_i = T_1$ の駆動パルス電圧PMの印加開始時からの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^2_i N = {}^2_1 N$ が所定数Nthを超えたとき印加数判定部205が判定したとき(図3ステップS113においてYES)、このときの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^2_i N = {}^2_1 N$ と放電判定部201によって検出された放電回数 ${}^2_i n = {}^2_1 n$ に基づいて、式(25)により放電確率 ${}^2_1 P$ を算出する(図3ステップS114)。

$${}^2_1 P = {}^2_1 n / {}^2_1 N \quad \dots (25)$$

【0098】

放電確率 ${}^2_1 P$ の算出後、放電確率算出部202は、パルス幅制御のための変数iを1増やす(図3ステップS115)。放電確率算出部202は、変数iが3より小さい場合(ステップS110においてYES)、矩形パルス生成部17に指示して駆動パルス電圧PMの再度の印加を開始させる。

【0099】

放電確率算出部202からの指示に応じて、矩形パルス生成部17は、矩形パルスPSの出力を一旦停止した後、矩形パルスPSのパルス幅を所定の値 $T_i = T_2$ ($T_1 - T_2$)に

10

20

30

40

50

設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路 1 2 は、パルス幅 $T_i = T_2$ の駆動パルス電圧 $P M$ を光センサ 1 の 1 対の端子 1 a , 1 b 間に印加する (ステップ S 1 1 1)。

【 0 1 0 0 】

放電判定部 2 0 1 は、上記と同様に電流検出回路 1 5 からの検出電圧 V_{pv} と閾値電圧 V_{th} とを比較し、検出電圧 V_{pv} が閾値電圧 V_{th} を超えた場合に光センサ 1 が放電したと判定し、放電回数 ${}^2_i n = {}^2_2 n$ を 1 増やす (ステップ S 1 1 2)。放電回数 ${}^2_2 n$ と後述する駆動パルス電圧 $P M$ の印加回数 ${}^2_2 N$ の初期値は共に 0 である。こうして、ステップ S 1 1 1 , S 1 1 2 の処理が繰り返し実行される。

【 0 1 0 1 】

放電確率算出部 2 0 2 は、ステップ S 1 1 1 によるパルス幅 $T_i = T_2$ の駆動パルス電圧 $P M$ の印加開始時からの駆動パルス電圧 $P M$ の印加回数 ${}^2_i N = {}^2_2 N$ が所定数 N_{th} を超えたとき (ステップ S 1 1 3 において $Y E S$)、このときの駆動パルス電圧 $P M$ の印加回数 ${}^2_i N = {}^2_2 N$ と放電判定部 2 0 1 によって検出された放電回数 ${}^2_i n = {}^2_2 n$ とに基づいて、式 (2 6) により放電確率 ${}^2_2 P$ を算出する (ステップ S 1 1 4)。

$${}^2_2 P = {}^2_2 n / {}^2_2 N \quad \dots (2 6)$$

【 0 1 0 2 】

放電確率 ${}^2_2 P$ の算出後、放電確率算出部 2 0 2 は、パルス幅制御のための変数 i を 1 増やす (ステップ S 1 1 5)。放電確率算出部 2 0 2 は、受光量 Q_2 のときの測定が終了したとき、すなわち変数 i が 3 に達したとき (ステップ S 1 1 0 において $N O$)、光源制御部 2 1 に追加光源 1 0 1 を点灯するよう指示した後に、矩形パルス生成部 1 7 に指示して駆動パルス電圧 $P M$ の印加を開始させる。

放電確率算出部 2 0 2 からの指示に応じて、光源制御部 2 1 は、追加光源 1 0 1 を点灯させる (図 3 ステップ S 1 1 6)。このときの光センサ 1 の受光量は Q_1 である。

【 0 1 0 3 】

放電確率算出部 2 0 2 からの指示に応じて、矩形パルス生成部 1 7 は、矩形パルス $P S$ のパルス幅を所定の値 T に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路 1 2 は、パルス幅 T の駆動パルス電圧 $P M$ を光センサ 1 の 1 対の端子 1 a , 1 b 間に印加する (図 3 ステップ S 1 1 7)。

【 0 1 0 4 】

放電判定部 2 0 1 は、上記と同様に電流検出回路 1 5 からの検出電圧 V_{pv} と閾値電圧 V_{th} とを比較し、検出電圧 V_{pv} が閾値電圧 V_{th} を超えた場合に光センサ 1 が放電したと判定し、放電回数 n_1 を 1 増やす (図 3 ステップ S 1 1 8)。放電回数 n_1 と後述する駆動パルス電圧 $P M$ の印加回数 N_1 の初期値は共に 0 である。こうして、ステップ S 1 1 7 , S 1 1 8 の処理が繰り返し実行される。

【 0 1 0 5 】

放電確率算出部 2 0 2 は、ステップ S 1 1 7 による駆動パルス電圧 $P M$ の印加開始時からの駆動パルス電圧 $P M$ の印加回数 N_1 が所定数 N_{th} を超えたとき (図 3 ステップ S 1 1 9 において $Y E S$)、このときの駆動パルス電圧 $P M$ の印加回数 N_1 と放電判定部 2 0 1 によって検出された放電回数 n_1 とに基づいて、式 (2 7) により放電確率 ${}^1 P$ を算出する (図 3 ステップ S 1 2 0)。

$${}^1 P = n_1 / N_1 \quad \dots (2 7)$$

【 0 1 0 6 】

放電確率 ${}^1 P$ の算出後、放電確率算出部 2 0 2 は、光源制御部 2 1 に追加光源 1 0 1 を消灯するよう指示した後に、矩形パルス生成部 1 7 に指示して駆動パルス電圧 $P M$ の印加を開始させる。放電確率算出部 2 0 2 からの指示に応じて、光源制御部 2 1 は、追加光源 1 0 1 を消灯させる (図 3 ステップ S 1 2 1)。このときの光センサ 1 の受光量は Q_2 である。

【 0 1 0 7 】

10

20

30

40

50

放電確率算出部 202 からの指示に応じて、矩形パルス生成部 17 は、矩形パルス P S の出力を一旦停止した後、矩形パルス P S のパルス幅を再度、所定の値 T に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路 12 は、パルス幅 T の駆動パルス電圧 P M を光センサ 1 の 1 対の端子 1 a , 1 b 間に印加する (図 3 ステップ S 1 2 2) 。

【 0 1 0 8 】

放電判定部 201 は、上記と同様に電流検出回路 15 からの検出電圧 V p v と閾値電圧 V t h とを比較し、検出電圧 V p v が閾値電圧 V t h を超えた場合に光センサ 1 が放電したと判定し、放電回数 n_2 を 1 増やす (図 3 ステップ S 1 2 3) 。放電回数 n_2 と後述する駆動パルス電圧 P M の印加回数 N_2 の初期値は共に 0 である。こうして、ステップ S 1 2 2 , S 1 2 3 の処理が繰り返し実行される。

10

【 0 1 0 9 】

放電確率算出部 202 は、ステップ S 1 2 2 による駆動パルス電圧 P M の印加開始時からの駆動パルス電圧 P M の印加回数 N_2 が所定数 N t h を超えたと印加数判定部 205 が判定したとき (図 3 ステップ S 1 2 4 において Y E S) 、このときの駆動パルス電圧 P M の印加回数 N_2 と放電判定部 201 によって検出された放電回数 n_2 とに基づいて、式 (2 8) により放電確率² P を算出する (図 3 ステップ S 1 2 5) 。

$${}^2 P = n_2 / N_2 \quad \dots (2 8)$$

【 0 1 1 0 】

感度パラメータ記憶部 19 には、光センサ 1 の既知の感度パラメータとして、光センサ 1 の基準受光量 Q_0 と、駆動パルス電圧 P M の基準パルス幅 T_0 と、追加光源 101 点灯時と消灯時の受光量の差 $Q_1 - Q_2$ とが予め記憶されている。

20

感度パラメータ記憶部 19 に記憶される感度パラメータについては、例えば光検出システムの出荷検査において予め測定しておくものとする。

【 0 1 1 1 】

放電確率² P の算出後、放電確率算出部 203 は、放電確率算出部 202 によって算出された放電確率¹₁ P , ²₁ P , ¹₂ P , ²₂ P と、放電確率¹₁ P , ²₁ P を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_1 と、放電確率¹₂ P , ²₂ P を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_2 と、感度パラメータ記憶部 19 に記憶されているパラメータ T_0 , Q_0 , $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、放電確率 P_{aA} を式 (1 6) により算出する (図 3 ステップ S 1 2 6) 。放電確率 P_{aA} は、上記のとおり駆動パルス電圧 P M のパルス幅が基準パルス幅 T_0 で光センサ 1 の受光量が基準受光量 Q_0 のときの正規の放電の放電確率である。

30

【 0 1 1 2 】

また、放電確率算出部 203 は、放電確率算出部 202 によって算出された放電確率¹₁ P , ²₁ P , ¹₂ P , ²₂ P , ¹ P , ² P と、放電確率¹₁ P , ²₁ P を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_1 と、放電確率¹₂ P , ²₂ P を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_2 と、放電確率¹ P , ² P を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T と、感度パラメータ記憶部 19 に記憶されているパラメータ Q_0 , $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、放電確率 P_{bA} を式 (1 7) により算出する (図 3 ステップ S 1 2 7) 。放電確率 P_{bA} は、上記のとおり駆動パルス電圧 P M のパルス幅に依存せず発生しかつ光センサ 1 の受光量に依存して発生する、光センサ 1 の光電効果による放電以外のノイズ成分による放電の確率である。

40

【 0 1 1 3 】

受光量算出部 206 は、放電確率算出部 203 によって算出された放電確率 P_{aA} , P_{bA} が 0 より大きくかつ 1 未満の場合 (図 4 ステップ S 1 2 8 において Y E S) 、放電確率算出部 202 によって算出された放電確率¹ P , ² P と、放電確率¹ P , ² P を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T と、放電確率算出部 203 によって算出された放電確率 P_{aA} , P_{bA} と、感度パラメータ記憶部 19 に記憶されているパラメータ T_0 , $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、式 (2 0) により受光量 Q を算出する (図 4 ステップ S 1 2 9) 。

【 0 1 1 4 】

また、受光量算出部 206 は、放電確率 P_{aA} , P_{bA} のうち少なくとも一方が 0 の場合 (

50

ステップ S 1 2 8 において N O)、受光量 Q を 0 とするか、あるいは受光量 Q を算出不可とする例外処理を行う (図 4 ステップ S 1 3 0)。また、受光量算出部 2 0 6 は、放電確率 P_{aA} 、 P_{bA} のうち少なくとも一方が 1 の場合 (ステップ S 1 2 8 において N O)、受光量 Q を算出不可とする例外処理を行う (ステップ S 1 3 0)。

【 0 1 1 5 】

次に、受光量判定部 2 0 7 は、受光量算出部 2 0 6 によって算出された受光量 Q と所定の受光量閾値 Q_{th} とを比較し (図 4 ステップ S 1 3 1)、受光量 Q が受光量閾値 Q_{th} を超えた場合 (ステップ S 1 3 1 において Y E S)、火災有り と判定する (図 4 ステップ S 1 3 2)。また、受光量判定部 2 0 7 は、受光量 Q が受光量閾値 Q_{th} 以下の場合 (ステップ S 1 3 1 において N O)、火災無し と判定する (図 4 ステップ S 1 3 3)。

10

【 0 1 1 6 】

以上の説明から分かるように、本実施例では、ノイズ成分を除外した正規の放電の放電確率 P_{aA} と、駆動パルス電圧 PM のパルス幅に依存せず発生しかつ光センサ 1 の受光量に依存して発生する非正規の放電の放電確率 P_{bA} とを算出することができる。光センサ 1 の劣化に伴って放電確率 P_{aA} 、 P_{bA} が変化すると考えられるので、放電確率 P_{aA} 、 P_{bA} に基づく光センサ 1 の寿命判定を実現することが可能となる。

【 0 1 1 7 】

また、本実施例では、放電確率 P_{aB} 、 P_{bB} のうち少なくとも一方が未知数の場合でも、受光量 Q を算出することができ、求めた受光量 Q から火災の有無を精度良く検出することが可能となる。また、本実施例では、受光量 Q により光センサ 1 の誤った寿命判定をしまう可能性を低減することができる。

20

【 0 1 1 8 】

なお、本実施例では、 $T = T_1$ 、 T_2 としてもよいし、 $T = T_1$ または $T = T_2$ としてもよい。 $T = T_1$ の場合には、図 3、図 4 の処理の代わりに図 5、図 6 に示す処理を行うことが可能である。図 5 のステップ S 1 0 0 ~ S 1 1 5 の処理は図 3 で説明したとおりである。

【 0 1 1 9 】

放電確率算出部 2 0 3 は、受光量 Q_2 のときの測定が終了したとき、すなわち変数 i が 3 に達したとき (図 5 ステップ S 1 1 0 において N O)、放電確率 P_{aA} を式 (1 6) により算出する (図 5 ステップ S 1 2 6)。

30

また、放電確率算出部 2 0 3 は、放電確率算出部 2 0 2 によって算出された放電確率 $^1_1 P$ 、 $^2_1 P$ 、 $^1_2 P$ 、 $^2_2 P$ と、放電確率 $^1_1 P$ 、 $^2_1 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 PM のパルス幅 T_1 と、放電確率 $^1_2 P$ 、 $^2_2 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 PM のパルス幅 T_2 と、感度パラメータ記憶部 1 9 に記憶されているパラメータ Q_0 、 $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、放電確率 P_{bA} を式 (1 8) により算出する (図 5 ステップ S 1 2 7 a)。

【 0 1 2 0 】

図 6 のステップ S 1 2 8、S 1 3 0 ~ S 1 3 3 の処理は図 4 で説明したとおりである。受光量算出部 2 0 6 は、放電確率算出部 2 0 3 によって算出された放電確率 P_{aA} 、 P_{bA} が 0 より大きくかつ 1 未満の場合 (図 6 ステップ S 1 2 8 において Y E S)、放電確率算出部 2 0 2 によって算出された放電確率 $^1_1 P$ 、 $^2_1 P$ と、放電確率 $^1_1 P$ 、 $^2_1 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 PM のパルス幅 T_1 と、放電確率算出部 2 0 3 によって算出された放電確率 P_{aA} 、 P_{bA} と、感度パラメータ記憶部 1 9 に記憶されているパラメータ T_0 、 $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、式 (2 1) により受光量 Q を算出すればよい (図 6 ステップ S 1 2 9 a)。

40

【 0 1 2 1 】

$T = T_2$ の場合についても、 $T = T_1$ の場合と同様である。 $T = T_2$ の場合、放電確率算出部 2 0 3 は、図 5 のステップ S 1 2 7 a において放電確率 P_{bA} を式 (1 9) により算出すればよい。 $T = T_2$ の場合、受光量算出部 2 0 6 は、図 6 のステップ S 1 2 9 a において受光量 Q を式 (2 2) により算出すればよい。その他の処理は、 $T = T_1$ の場合と同じである。

50

【 0 1 2 2 】

なお、本実施例では、追加光源 1 0 1 を点灯した状態を第 1 の状態（パルス幅 T_1 ）、第 2 の状態（パルス幅 T_2 ）、第 5 の状態（パルス幅 T ）とし、追加光源 1 0 1 を消灯した状態を第 3 の状態（パルス幅 T_1 ）、第 4 の状態（パルス幅 T_2 ）、第 6 の状態（パルス幅 T ）として、 $Q_1 - Q_2$ を正の値（ $Q_1 > Q_2$ ）としているが、 $Q_1 - Q_2$ を負の値（ $Q_1 < Q_2$ ）としてもよい。

【 0 1 2 3 】

具体的には、放電確率算出部 2 0 2 は、図 3、図 5 のステップ S 1 0 1, S 1 1 6 において追加光源 1 0 1 を消灯状態とし、図 3、図 5 のステップ S 1 0 9, S 1 2 1 において追加光源 1 0 1 を点灯させるようにすればよい。これにより、追加光源 1 0 1 が消灯し、パルス幅が T_1 の状態が第 1 の状態、追加光源 1 0 1 が消灯し、パルス幅が T_2 の状態が第 2 の状態、追加光源 1 0 1 が消灯し、パルス幅が T の状態が第 5 の状態、追加光源 1 0 1 が点灯し、パルス幅が T_1 の状態が第 3 の状態、追加光源 1 0 1 が点灯し、パルス幅が T_2 の状態が第 4 の状態、追加光源 1 0 1 が点灯し、パルス幅が T の状態が第 6 の状態となる。

10

【 0 1 2 4 】

ただし、図 3 のステップ S 1 2 1 で追加光源 1 0 1 を点灯させた場合、放電確率算出部 2 0 2 は、放電確率² P の算出後に光源制御部 2 1 に指示して追加光源 1 0 1 を消灯させる必要がある。また、図 5 のステップ S 1 0 9 で追加光源 1 0 1 を点灯させた場合、放電確率算出部 2 0 2 は、ステップ S 1 1 0 において変数 i が 3 に達した後に光源制御部 2 1

20

【 0 1 2 5 】

[第 2 の実施例]

次に、本発明の第 2 の実施例について説明する。図 7 は本発明の第 2 の実施例に係る光検出システムの構成を示すブロック図であり、図 1 と同一の構成には同一の符号を付してある。本実施例の光検出システムは、光センサ 1 と、外部電源 2 と、演算装置 3 a と、追加光源 1 0 1 とを備えている。

【 0 1 2 6 】

演算装置 3 a は、電源回路 1 1 と、印加電圧生成回路 1 2 と、トリガ回路 1 3 と、分圧抵抗 1 4 と、電流検出回路 1 5 と、処理回路 1 6 a と、光源制御部 2 1 とを備えている。

30

処理回路 1 6 a は、矩形パルス生成部 1 7 a と、A / D 変換部 1 8 と、感度パラメータ記憶部 1 9 と、中央処理部 2 0 a とを備えている。

【 0 1 2 7 】

中央処理部 2 0 a は、放電判定部 2 0 1 と、放電確率算出部 2 0 2 a, 2 0 3 a と、パルス印加数積算部 2 0 4 と、印加数判定部 2 0 5 と、受光量算出部 2 0 6 と、受光量判定部 2 0 7 として機能する。

【 0 1 2 8 】

[放電確率 P_{aA} , P_{bA} の算出方法]

駆動パルス電圧 PM のパルス幅が T_1 で、受光量が Q_1 のときの放電確率を¹ P として、パルス幅 T_1 と受光量 Q_1 と放電確率¹ P とを式 (9) に代入すると、式 (2 9) となる。

40

【 0 1 2 9 】

【 数 2 0 】

$$(1 - {}^1P) = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_1 T_1}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T_1}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_1}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \cdots (29)$$

【 0 1 3 0 】

駆動パルス電圧 PM のパルス幅が T_2 (T_1 T_2) で、受光量が Q_1 のときの放電確率を¹ P として、パルス幅 T_2 と受光量 Q_1 と放電確率¹ P とを式 (9) に代入すると、式 (3

50

0)となる。

【0131】

【数21】

$$(1 - {}^1_2P) = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_1 T_2}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T_2}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_1}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \dots (30)$$

【0132】

駆動パルス電圧PMのパルス幅が T_3 で、受光量が Q_2 のときの放電確率を 2_3P として、

10

パルス幅 T_3 と受光量 Q_2 と放電確率 2_3P とを式(9)に代入すると、式(31)となる。

【0133】

【数22】

$$(1 - {}^2_3P) = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_2 T_3}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T_3}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_2}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \dots (31)$$

【0134】

駆動パルス電圧PMのパルス幅が T_4 (T_3 、 T_4)で、受光量が Q_2 のときの放電確率を

20

2_4P として、パルス幅が T_4 と受光量 Q_2 と放電確率 2_4P とを式(9)に代入すると、式(32)となる。

【0135】

【数23】

$$(1 - {}^2_4P) = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_2 T_4}{Q_0 T_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{T_4}{T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_2}{Q_0}} \cdot (1 - P_{bB}) \dots (32)$$

【0136】

30

受光量 Q_1 、 Q_2 とパルス幅 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 を組み合わせ測定したときのそれぞれの放電確率の表記を表3にまとめる。

【0137】

【表3】

	光量 Q_1	光量 Q_2
パルス幅 T_1	1_1P	-
パルス幅 T_2	1_2P	-
パルス幅 T_3	-	2_3P
パルス幅 T_4	-	2_4P

40

【0138】

式(29)を式(30)で除すると、式(33)となる。

【0139】

【数24】

$$\frac{1 - {}^1_1P}{1 - {}^1_2P} = \left((1 - P_{aA})^{\frac{Q_1}{Q_0}} \cdot (1 - P_{aB}) \right)^{\frac{T_1 - T_2}{T_0}} \dots (33)$$

50

【 0 1 4 0 】

式 (3 1) を式 (3 2) で除すると、式 (3 4) となる。

【 0 1 4 1 】

【 数 2 5 】

$$\frac{1-{}^2_3P}{1-{}^2_4P} = \left((1 - P_{aA})^{\frac{Q_2}{Q_0}} \cdot (1 - P_{aB}) \right)^{\frac{T_3-T_4}{T_0}} \dots (34)$$

【 0 1 4 2 】

式 (3 3) を式 (3 4) で除すると、式 (3 5) となる。

10

【 0 1 4 3 】

【 数 2 6 】

$$\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^1_2P} \cdot \frac{1-{}^2_4P}{1-{}^2_3P} = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_1(T_1-T_2)-Q_2(T_3-T_4)}{Q_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{(T_1-T_2)-(T_3-T_4)}{T_0}} \dots (35)$$

【 0 1 4 4 】

$T_1 - T_2 = T_3 - T_4$ である場合、式 (3 5) を変形すると、式 (3 6) のように放電確率 P_{aA} を求めることができる。ここで、 $T_1 = T_3$ 、 $T_2 = T_4$ としてもよいし、 $T_1 = T_3$ 、 $T_2 = T_4$ としてもよい。

20

【 0 1 4 5 】

【 数 2 7 】

$$\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^1_2P} \cdot \frac{1-{}^2_4P}{1-{}^2_3P} = (1 - P_{aA})^{\frac{Q_1(T_1-T_2)-Q_2(T_1-T_2)}{Q_0}} \cdot (1 - P_{aB})^{\frac{(T_1-T_2)-(T_1-T_2)}{T_0}}$$

$$\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^1_2P} \cdot \frac{1-{}^2_4P}{1-{}^2_3P} = (1 - P_{aA})^{\frac{(Q_1-Q_2)(T_1-T_2)}{Q_0}}$$

30

$$P_{aA} = 1 - \left(\frac{1-{}^1_1P}{1-{}^1_2P} \cdot \frac{1-{}^2_4P}{1-{}^2_3P} \right)^{\frac{Q_0}{(Q_1-Q_2)(T_1-T_2)}} \dots (36)$$

【 0 1 4 6 】

さらに、式 (3 6) を式 (1 2) に代入することで、式 (3 7) のように放電確率 P_{bA} を求めることができる。

【 0 1 4 7 】

【数 2 8】

$$\frac{1-1P}{1-2P} = \left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-3P} \right)^{\frac{T}{(T_1-T_2)T_0}} \cdot (1 - P_{bA})^{\frac{Q_1-Q_2}{Q_0}}$$

$$\left(\left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-3P} \right)^{-\frac{T}{(T_1-T_2)T_0}} \cdot \frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} = 1 - P_{bA}$$

$$P_{bA} = 1 - \left(\left(\frac{1-1P}{1-2P} \cdot \frac{1-2P}{1-3P} \right)^{-\frac{T}{(T_1-T_2)T_0}} \cdot \frac{1-1P}{1-2P} \right)^{\frac{Q_0}{Q_1-Q_2}} \dots (37)$$

10

【0148】

以下、本実施例の光検出システムの動作について更に詳細に説明する。図8は本実施例の光検出システムの動作を説明するフローチャートである。図8のステップS100～S107の処理は第1の実施例と同様である。

【0149】

放電確率算出部202aは、受光量 Q_1 のときの測定が終了したとき、すなわち変数 i が3に達したとき(ステップS102においてNO)、光源制御部21に追加光源101を消灯するよう指示する。

放電確率算出部202aからの指示に応じて、光源制御部21は、追加光源101を消灯させる(図8ステップS109)。このときの光センサ1の受光量は未知の値 Q_2 である。第1の実施例で説明したとおり、 $Q_1 - Q_2$ は既知の値である。

【0150】

放電確率算出部202aは、変数 i が5より小さい場合(図8ステップS110bにおいてYES)、矩形パルス生成部17aに指示して駆動パルス電圧PMの印加を開始させる。放電確率算出部202aからの指示に応じて、矩形パルス生成部17aは、矩形パルスPSのパルス幅を所定の値 $T_i = T_3$ に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路12は、パルス幅 $T_i = T_3$ の駆動パルス電圧PMを光センサ1の1対の端子1a, 1b間に印加する(図8ステップS111b)。

【0151】

放電判定部201は、上記と同様に電流検出回路15からの検出電圧 V_{pv} が閾値電圧 V_{th} を超えた場合に光センサ1が放電したと判定し、放電回数 ${}^2_i n = {}^2_3 n$ を1増やす(図8ステップS112b)。放電回数 ${}^2_3 n$ と後述する駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^2_3 N$ の初期値は共に0である。こうして、ステップS111b, S112bの処理が繰り返し実行される。

【0152】

放電確率算出部202aは、ステップS111bによるパルス幅 $T_i = T_3$ の駆動パルス電圧PMの印加開始時からの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^2_i N = {}^2_3 N$ が所定数 N_{th} を超えたと印加数判定部205が判定したとき(図8ステップS113bにおいてYES)、このときの駆動パルス電圧PMの印加回数 ${}^2_i N = {}^2_3 N$ と放電判定部201によって検出された放電回数 ${}^2_i n = {}^2_3 n$ に基づいて、式(38)により放電確率 ${}^2_3 P$ を算出する(図8ステップS114b)。

$${}^2_3 P = {}^2_3 n / {}^2_3 N \dots (38)$$

【0153】

放電確率 ${}^2_3 P$ の算出後、放電確率算出部202aは、パルス幅制御のための変数 i を1増やす(図8ステップS115)。放電確率算出部202aは、変数 i が5より小さい場

20

30

40

50

合（ステップ S 1 1 0 b において Y E S）、矩形パルス生成部 1 7 a に指示して駆動パルス電圧 P M の再度の印加を開始させる。

【 0 1 5 4 】

放電確率算出部 2 0 2 a からの指示に応じて、矩形パルス生成部 1 7 a は、矩形パルス P S の出力を一旦停止した後、矩形パルス P S のパルス幅を所定の値 $T_i = T_4$ ($T_3 - T_4$) に設定する。このパルス幅の設定により、印加電圧生成回路 1 2 は、パルス幅 $T_i = T_4$ の駆動パルス電圧 P M を光センサ 1 の 1 対の端子 1 a , 1 b 間に印加する（ステップ S 1 1 1 b）。

【 0 1 5 5 】

放電判定部 2 0 1 は、電流検出回路 1 5 からの検出電圧 V_{pv} が閾値電圧 V_{th} を超えた場合に光センサ 1 が放電したと判定し、放電回数 ${}^2_4 n = {}^2_4 n$ を 1 増やす（ステップ S 1 1 2 b）。放電回数 ${}^2_4 n$ と後述する駆動パルス電圧 P M の印加回数 ${}^2_4 N$ の初期値は共に 0 である。こうして、ステップ S 1 1 1 b , S 1 1 2 b の処理が繰り返し実行される。

10

【 0 1 5 6 】

放電確率算出部 2 0 2 a は、ステップ S 1 1 1 b によるパルス幅 $T_i = T_4$ の駆動パルス電圧 P M の印加開始時からの駆動パルス電圧 P M の印加回数 ${}^2_4 N = {}^2_4 N$ が所定数 N_{th} を超えたと印加数判定部 2 0 5 が判定したとき（ステップ S 1 1 3 b において Y E S）、このときの駆動パルス電圧 P M の印加回数 ${}^2_4 N = {}^2_4 N$ と放電判定部 2 0 1 によって検出された放電回数 ${}^2_4 n = {}^2_4 n$ とに基づいて、式（39）により放電確率 ${}^2_4 P$ を算出する（ステップ S 1 1 4）。

20

$${}^2_4 P = {}^2_4 n / {}^2_4 N \quad \dots (39)$$

【 0 1 5 7 】

放電確率 ${}^2_4 P$ の算出後、放電確率算出部 2 0 2 a は、パルス幅制御のための変数 i を 1 増やす（ステップ S 1 1 5）。放電確率算出部 2 0 2 a は、受光量 Q_2 のときの測定が終了したとき、すなわち変数 i が 5 に達したとき（ステップ S 1 1 0 b において N O）、光源制御部 2 1 に追加光源 1 0 1 を点灯するよう指示した後に、矩形パルス生成部 1 7 a に指示して駆動パルス電圧 P M の印加を開始させる。

【 0 1 5 8 】

放電確率算出部 2 0 2 a からの指示に応じて、光源制御部 2 1 は、追加光源 1 0 1 を点灯させる（図 8 ステップ S 1 1 6）。このときの光センサ 1 の受光量は Q_1 である。図 8 のステップ S 1 1 7 ~ S 1 2 5 の処理は第 1 の実施例と同様である。

30

【 0 1 5 9 】

放電確率 ${}^2 P$ の算出後、放電確率算出部 2 0 3 a は、放電確率算出部 2 0 2 a によって算出された放電確率 ${}^1_1 P$, ${}^1_2 P$, ${}^2_3 P$, ${}^2_4 P$ と、放電確率 ${}^1_1 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_1 と、放電確率 ${}^1_2 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_2 と、感度パラメータ記憶部 1 9 に記憶されているパラメータ Q_0 , $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、放電確率 P_{aA} を式（36）により算出する（図 8 ステップ S 1 2 6 b）。

【 0 1 6 0 】

また、放電確率算出部 2 0 3 a は、放電確率算出部 2 0 2 a によって算出された放電確率 ${}^1_1 P$, ${}^1_2 P$, ${}^2_3 P$, ${}^2_4 P$, ${}^1 P$, ${}^2 P$ と、放電確率 ${}^1_1 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_1 と、放電確率 ${}^1_2 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T_2 と、放電確率 ${}^1 P$, ${}^2 P$ を求めたときの駆動パルス電圧 P M のパルス幅 T と、感度パラメータ記憶部 1 9 に記憶されているパラメータ Q_0 , T_0 , $Q_1 - Q_2$ とに基づいて、放電確率 P_{bA} を式（37）により算出する（図 8 ステップ S 1 2 7 b）。

40

ステップ S 1 2 8 以降の処理は図 4 で説明したとおりなので、図示は省略する。

【 0 1 6 1 】

こうして、本実施例では、第 1 の実施例と同様の効果を得ることができる。なお、本実施例では、放電確率 P_{aA} , P_{bA} と受光量 Q とを算出しているが、放電確率 P_{aA} , P_{bA} のみを算出する場合には、受光量算出部 2 0 6 と受光量判定部 2 0 7 とステップ S 1 2 8 以降の処理は不要である。

50

【0162】

また、本実施例では、追加光源101を点灯した状態を第1の状態（パルス幅 T_1 ）、第2の状態（パルス幅 T_2 ）、第5の状態（パルス幅 T ）とし、追加光源101を消灯した状態を第3の状態（パルス幅 T_3 ）、第4の状態（パルス幅 T_4 ）、第6の状態（パルス幅 T ）として、 $Q_1 - Q_2$ を正の値（ $Q_1 > Q_2$ ）としているが、 $Q_1 - Q_2$ を負の値（ $Q_1 < Q_2$ ）としてもよい。

【0163】

具体的には、放電確率算出部202aは、図8のステップS101, S116において追加光源101を消灯状態とし、図8のステップS109, S121において追加光源101を点灯させるようにすればよい。これにより、追加光源101が消灯し、パルス幅が T_1 の状態が第1の状態、追加光源101が消灯し、パルス幅が T_2 の状態が第2の状態、追加光源101が消灯し、パルス幅が T の状態が第5の状態、追加光源101が点灯し、パルス幅が T_3 の状態が第3の状態、追加光源101が点灯し、パルス幅が T_4 の状態が第4の状態、追加光源101が点灯し、パルス幅が T の状態が第6の状態となる。

10

【0164】

ただし、図8のステップS121で追加光源101を点灯させた場合、放電確率算出部202aは、放電確率 P の算出後に光源制御部21に指示して追加光源101を消灯させる必要がある。

【0165】

第1、第2の実施例では、光源100が火炎の場合を例に挙げて説明しているが、本発明の光検出システムは火炎以外の光源100にも適用可能である。

20

【0166】

第1、第2の実施例で説明した感度パラメータ記憶部19と中央処理部20, 20aとは、CPU (Central Processing Unit) と記憶装置とインタフェースを備えたコンピュータと、これらのハードウェア資源を制御するプログラムによって実現することができる。

【0167】

このコンピュータの構成例を図9に示す。コンピュータは、CPU300と、記憶装置301と、インタフェース装置(I/F)302とを備えている。I/F302には、印加電圧生成回路12と矩形パルス生成部17, 17aとA/D変換部18と光源制御部21などが接続される。このようなコンピュータにおいて、本発明の放電確率算出方法および受光量測定方法を実現させるためのプログラムは記憶装置301に格納される。CPU300は、記憶装置301に格納されたプログラムに従って第1、第2の実施例で説明した処理を実行する。

30

【産業上の利用可能性】

【0168】

本発明は、光検出システムに適用することができる。また、本発明は、火炎以外の光の検出に対しても適用できる。

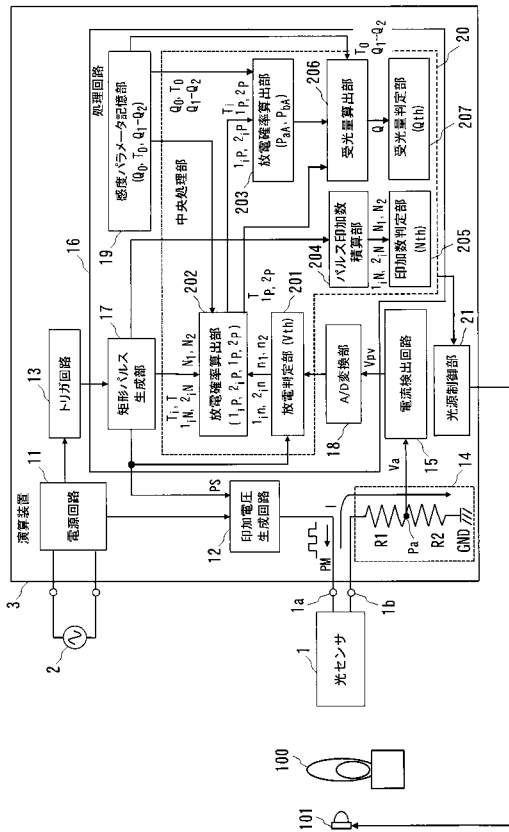
【符号の説明】

【0169】

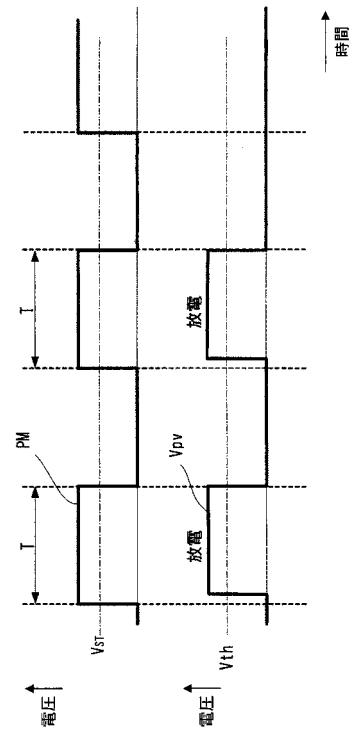
1...光センサ、2...外部電源、3, 3a...演算装置、11...電源回路、12...印加電圧生成回路、13...トリガ回路、14...分圧抵抗、15...電流検出回路、16, 16a...処理回路、17, 17a...矩形パルス生成部、18...A/D変換部、19...感度パラメータ記憶部、20, 20a...中央処理部、21...光源制御部、100...光源、101...追加光源、201...放電判定部、202, 202a, 203, 203a...放電確率算出部、204...パルス印加数積算部、205...印加数判定部、206...受光量算出部、207...受光量判定部。

40

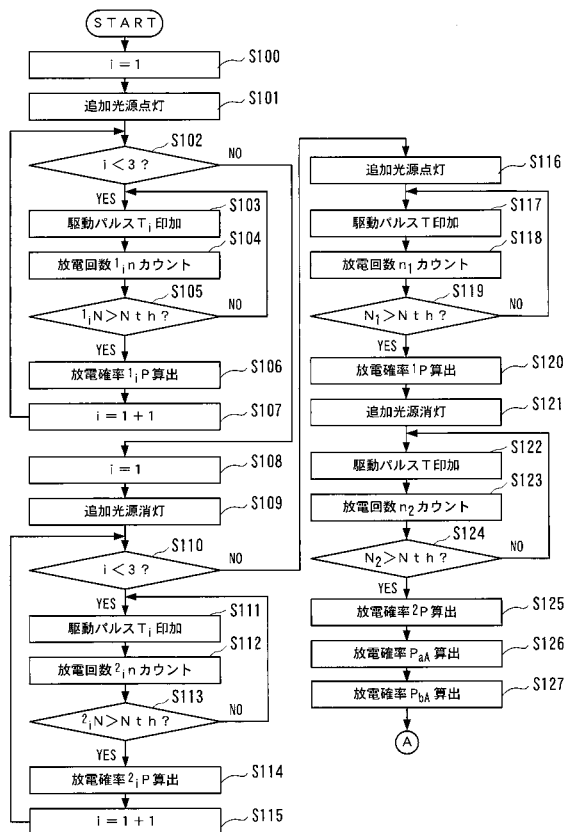
【図1】



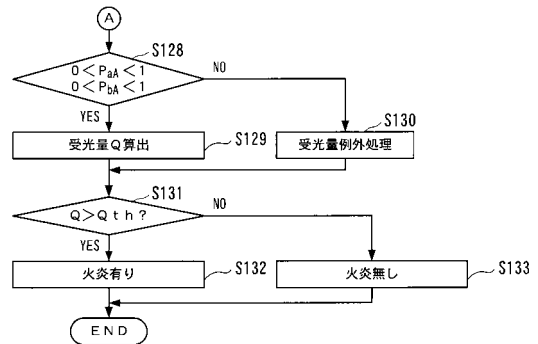
【図2】



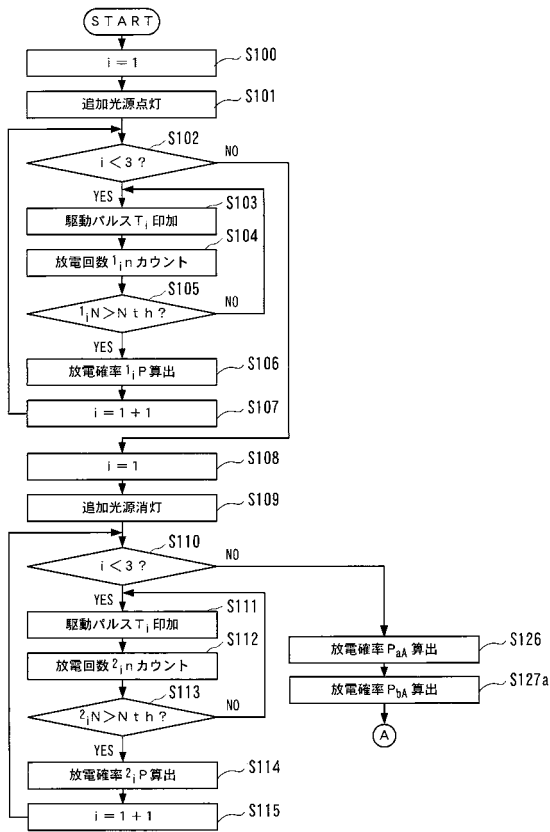
【図3】



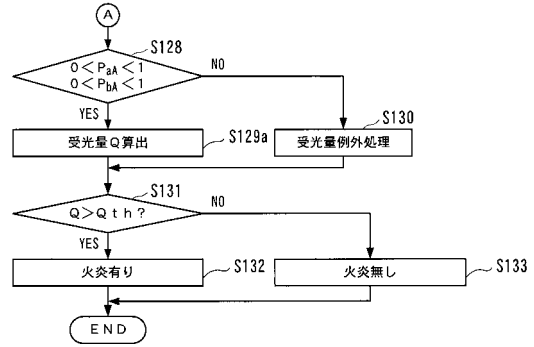
【図4】



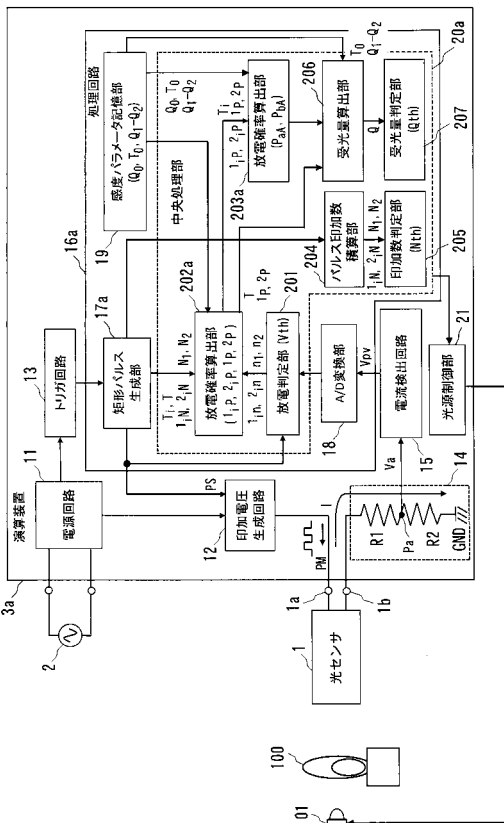
【図5】



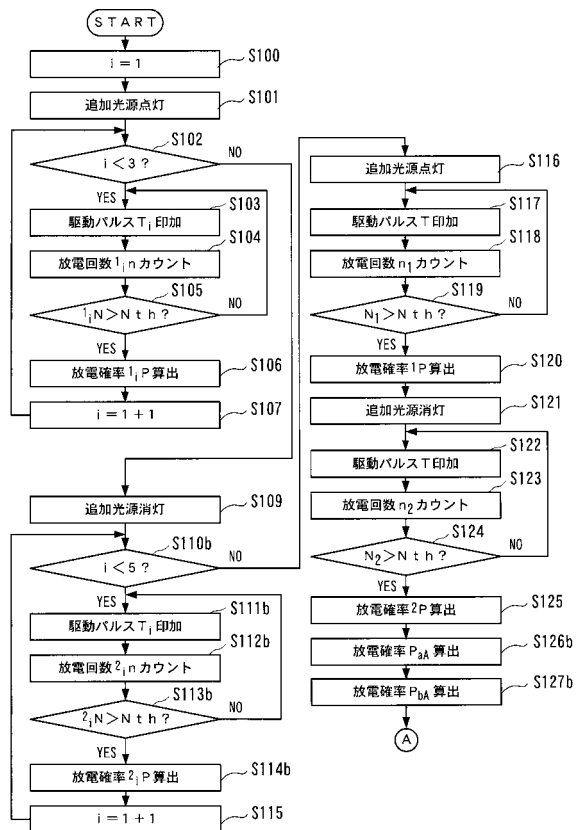
【図6】



【図7】



【図8】



【 図 9 】

