

(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2021-114331

(P2021-114331A)

(43) 公開日 令和3年8月5日(2021.8.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G08B 17/107 (2006.01)	G08B 17/107 A	5C085
G08B 17/10 (2006.01)	G08B 17/10 H	5G405
G08B 17/00 (2006.01)	G08B 17/00 G	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2021-75464 (P2021-75464)	(71) 出願人	000233826
(22) 出願日	令和3年4月28日 (2021.4.28)		能美防災株式会社
(62) 分割の表示	特願2017-151780 (P2017-151780) の分割	(74) 代理人	110001461 特許業務法人きさ特許商標事務所
原出願日	平成29年8月4日 (2017.8.4)	(72) 発明者	鈴木 克裕 東京都千代田区九段南4丁目7番3号 能 美防災株式会社内
		(72) 発明者	青山 裕司 東京都千代田区九段南4丁目7番3号 能 美防災株式会社内
		Fターム(参考)	5C085 AA03 AC03 AC11 BA33 DA07 DA08 FA06 5G405 AA01 AB02 AC02 DA07 DA08 FA06

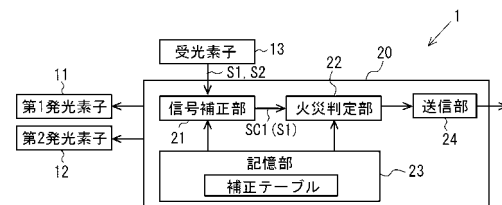
(54) 【発明の名称】 煙感知器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】種々の煙に対し火災の判定を行う際の判定精度の劣化を抑制することのできる、複数の発光素子を用いて判定する煙感知器を提供する。

【解決手段】煙感知器1は、検煙空間に向けて可視光領域の赤色光を出射する第1発光素子11と、検煙空間に向けて第1発光素子11と同一の赤色光を出射する第2発光素子12と、第1発光素子11の光軸に対し鋭角に配置され、第2発光素子12の光軸に対し鈍角に配置された受光素子13と、第1発光素子11の発光により受光素子13において受光された第1出力信号S1と、第2発光素子12の発光により受光素子13において受光された第2出力信号S2とに基づいて火災の判定を行う制御部20と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検煙空間に向けて可視光領域の赤色光を出射する第 1 発光素子と、
検煙空間に向けて前記第 1 発光素子と同一の赤色光を出射する第 2 発光素子と、
前記第 1 発光素子の光軸に対し鋭角に配置され、前記第 2 発光素子の光軸に対し鈍角に配置された受光素子と、
前記第 1 発光素子の発光により前記受光素子において受光された第 1 出力信号と、前記第 2 発光素子の発光により前記受光素子において受光された第 2 出力信号とに基づいて火災の判定を行う制御部と、
を備えたことを特徴とする煙感知器。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記第 1 出力信号と前記第 2 出力信号との出力比から補正係数を求め、求めた前記補正係数を用いて前記第 1 出力信号を補正し、補正後の前記第 1 出力信号を用いて火災の判定を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の煙感知器。

【請求項 3】

前記制御部は、前記出力比と前記補正係数との関係を示す補正テーブルを有し、
前記補正テーブルには、
前記出力比に対する前記補正係数が第 1 補正係数に設定された第 1 領域と、
前記出力比に対する前記補正係数が前記第 1 補正係数より大きい第 2 補正係数に設定された第 2 領域と、
前記第 1 領域と前記第 2 領域との間に設定され、前記出力比が大きくなるにつれて前記第 1 補正係数から前記第 2 補正係数へ変化する遷移領域とが設定されている請求項 2 に記載の煙感知器。

20

【請求項 4】

前記遷移領域の前記補正係数は、前記出力比に比例して大きくなる請求項 3 に記載の煙感知器。

【請求項 5】

前記補正テーブルには、前記第 1 領域よりも出力比が小さい領域において、前記補正係数が前記第 1 補正係数より小さい非火災補正係数に設定された非火災領域が設定されている請求項 3 または 4 に記載の煙感知器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の発光素子を用いて煙等の種類を判定する煙感知器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、発光素子から光を出射し、煙の粒子から発生する散乱光を受光素子により受光することにより、煙を検知して火災を検出する光電式煙感知器が知られている。光電式煙感知器が検知の対象とする煙は一樣でなく、煙の種類により検煙部における散乱光発生の特性が異なる。そこで、異なる波長毎に散乱光強度を検出し、煙等の種類を判定しつつ火災を判定する光電式煙感知器が提案されている（例えば特許文献 1～3 参照）。

40

【0003】

特許文献 1、2 には、2 つの第 1 発光素子及び第 2 発光素子と、第 1 発光素子及び第 2 発光素子からの光により煙から発する前方散乱光と後方散乱光とを受光する受光素子とを備えた光電式煙感知器が開示されている。このうち、特許文献 1 においては、第 1 発光素子は近赤外光（波長 900 nm）を出射し、第 2 発光素子は青色光（波長 500 nm）を出射する。そして、第 1 発光素子と受光素子との角度を鋭角（30°）に設定し、第 2 発光素子と受光素子との角度を鈍角（120°）に設定して散乱光を受光することが開示されている。また、特許文献 3 には、近赤外光（波長 950 nm）の光を出射する 1 つの投光部と、2 つの受光部とを有し、2 つの受光部が煙の前方散乱光と後方散乱光とを受光す

50

る光電式煙感知器が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-325211号公報

【特許文献2】特開2001-236575号公報

【特許文献3】特開平11-160238号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

しかしながら、特許文献1のように、異なる波長の光を出射する発光素子が用いられている場合、発光素子の温度による出力変化や経年劣化の特性が異なることに起因して、火災検知の精度が劣化する場合がある。また、特許文献1、3のように、発光素子として近赤外光が用いられる場合、黒煙に対する感度が低く、火災検知の精度が劣化する場合がある。

【0006】

そこで、本発明は、火災検知の精度の劣化を抑えることができる煙感知器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】

【0007】

20

本発明に係る煙感知器は、検煙空間に向けて可視光領域の赤色光を出射する第1発光素子と、検煙空間に向けて第1発光素子と同一の赤色光を出射する第2発光素子と、第1発光素子の光軸に対し鋭角に配置され、第2発光素子の光軸に対し鈍角に配置された受光素子と、第1発光素子の発光により受光素子において受光された第1出力信号と、第2発光素子の発光により受光素子において受光された第2出力信号とに基づいて火災の判定を行う制御部とを備える。

【0008】

なお、制御部は、第1出力信号と第2出力信号との出力比から補正係数を求め、求めた補正係数を用いて第1出力信号を補正し、補正後の第1出力信号を用いて火災の判定を行ってもよい。

30

【0009】

また、制御部は、出力比と補正係数との関係を示す補正テーブルを有し、補正テーブルには、出力比に対する補正係数が第1補正係数に設定された第1領域と、出力比に対する補正係数が第1補正係数より大きい第2補正係数に設定された第2領域と、第1領域と第2領域との間に設定され、出力比が大きくなるにつれて第1補正係数から第2補正係数へ変化する遷移領域とが設定されてもよい。

【0010】

さらに、遷移領域の補正係数は出力比に比例して大きくなってよい。

【0011】

また、補正テーブルには、第1領域よりも出力比が小さい領域において、補正係数が第1補正係数より小さい非火災補正係数に設定された非火災領域が設定されていてもよい。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る煙感知器によれば、第1発光素子と第2発光素子とが同一の可視光領域の赤色光を出射することにより、黒煙に対する感度を確保しつつ、第1発光素子と第2発光素子とが温度による出力変化や経年劣化がほぼ同一になるため、火災検知の精度の劣化を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明に係る煙感知器の検煙部の実施の形態を示す模式図である。

50

【図 2】本発明に係る煙感知器の実施の形態を示すブロック図である。

【図 3】種々の煙に対する第 1 の組み合わせ（赤・赤）及び第 2 の組み合わせ（青・赤）の出力比と度数分布との関係を示すグラフである。

【図 4】図 2 の記憶部に記憶された補正テーブルの一例を示すグラフである。

【図 5】種々の煙に対する第 1 の組み合わせ（赤・赤）及び第 2 の組み合わせ（青・赤）出力比と度数分布との関係を示すグラフである。

【図 6】第 1 の組み合わせ（赤・赤）における補正テーブルに種々の煙の出力比に対する度数分布を重ね合わせたグラフである。

【図 7】第 2 の組み合わせ（青・赤）における補正テーブルに種々の煙の出力比に対する度数分布を重ね合わせたグラフである。

【図 8】ろ紙をくん焼させたときの煙濃度及び補正後の第 1 出力信号の時間推移を示すグラフである。

【図 9】ヘプタン・トルエン混合燃料（黒煙）が燃焼したときの煙濃度及び補正後の第 1 出力信号の時間変化を示すグラフである。

【図 10】樹脂及び紙等が収容されたゴミ箱が燃焼したときの煙濃度及び補正後の第 1 出力信号の時間変化を示すグラフである。

【図 11】CS 計で計測した種々の煙の種類の煙濃度に対し、第 1 の組み合わせ（赤・赤）による補正後の第 1 出力信号、第 2 の組み合わせ（青・赤）による補正後の第 1 出力信号及び近赤外光の前方散乱光を受光した際の第 1 出力信号をプロットし、その回帰直線を示すグラフである。

【図 12】図 2 の記憶部に記憶された補正テーブルの変形例を示すグラフである。

【図 13】第 1 の組み合わせ（赤・赤）における補正テーブルに種々の煙の出力比に対する度数分布を重ね合わせたグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図 1 は、本発明に係る煙感知器の実施の形態の模式図であり、図 2 は本発明に係る煙感知器の実施の形態を示すブロック図である。図 1 及び図 2 の煙感知器 1 は、検煙部 2 内に形成された検煙空間 2 a に向けて光を出射し、検煙空間 2 a 内に存在する煙からの散乱光を受光して煙を検出する光電式煙感知器である。煙感知器 1 は、第 1 発光素子 1 1 と、第 2 発光素子 1 2 と、受光素子 1 3 と、制御部 2 0 とを有する。

【0015】

第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 は、例えば LED からなっており、検煙空間 2 a に向けて光を出射する。この第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 は、交互に発光するように制御部 2 0 により制御されている。第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 は、ともに検煙空間 2 a に向けて可視光領域の赤色光（例えば波長 655 nm）を出射する。なお、第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 は、波長 655 nm の赤色光を出射するものに限定されず、波長 600 nm～700 nm の範囲内にピーク波長を有する光を出射するものであればよい。

【0016】

受光素子 1 3 は、例えばフォトダイオードからなっており、第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 の光により生じる煙からの散乱光を受光する。受光素子 1 3 は、第 1 発光素子 1 1 の光軸に対する第 1 角度 θ_1 が鋭角（例えば 60° ）になる位置にあり、第 2 発光素子 1 2 の光軸に対する第 2 角度 θ_2 が鈍角（例えば 110° ）になる位置にある。さらに、受光素子 1 3 は、第 1 発光素子 1 1 と第 2 発光素子 1 2 とが出射する光が直接は入射しない位置に設けられている。したがって、受光素子 1 3 は、第 1 発光素子 1 1 の光により生じる煙の前方散乱光と、第 2 発光素子 1 2 の光により生じる煙の後方散乱光とを交互に受光する。なお、第 1 角度 θ_1 は鋭角であればよく、より好ましくは 50° ～ 70° の角度範囲から適宜選択する。また、第 2 角度 θ_2 は鈍角であればよく、より好ましくは 100° ～ 120° の角度範囲から適宜選択する。そして、受光素子 1 3 は、第 1 発光素子 1 1 の光により生じた煙からの散乱光の受光量を第 1 出力信号 S 1 として出力し、第 2 発

10

20

30

40

50

光素子 1 2 の光により生じた煙からの散乱光の受光量を第 2 出力信号 S 2 として出力する。

【0017】

図 2 の制御部 2 0 は、受光素子 1 3 から出力された第 1 出力信号 S 1 及び第 2 出力信号 S 2 を用いて火災であるかを判定するものであって、信号補正部 2 1、火災判定部 2 2、記憶部 2 3、送信部 2 4 を有する。信号補正部 2 1 は、第 1 出力信号 S 1 と第 2 出力信号 S 2 との出力比 R (＝第 1 出力信号 S 1 / 第 2 出力信号 S 2) を算出し、算出した出力比 R に基づいて第 1 出力信号 S 1 を補正する。ここで、記憶部 2 3 には、出力比 R と補正係数 C f との関係を示す補正テーブルが記憶されており、信号補正部 2 1 は、補正テーブルを参照して出力比 R から補正係数 C f を取得し、取得した補正係数 C f を用いて第 1 出力信号 S 1 を補正し、補正後の第 1 出力信号 S C 1 を生成する。

10

【0018】

火災判定部 2 2 は、補正後の第 1 出力信号 S C 1 を用いて火災の判定を行う。記憶部 2 3 には、例えば C S 計 (減光率計) による減光率 1 0 % / m に対応する火災判定用のしきい値が記憶されている。そして、火災判定部 2 2 は、補正後の第 1 出力信号 S C 1 がしきい値より大きい場合に火災が発生したと判定し、送信部 2 4 から火災受信機へ火災信号が送信される。

【0019】

なお、送信部 2 4 から送信されるのは火災信号ではなく、補正後の煙濃度をアナログ値として送信しても良い。その場合、該アナログ値を受信した火災受信機で火災を判別する。また、制御部 2 0 は、上述のように、常時第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 を交互に発光させて出力比 R を取得する場合に限定されない。たとえば、制御部 2 0 は、第 1 発光素子 1 1 を常時発光させ、受光素子 1 3 における受光量が火災判定のしきい値より小さい設定値を超えたか否かを監視する。設定値は記憶部 2 3 に記憶されている。そして、制御部 2 0 は、受光量が設定値を超えたとき、第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 が交互に発光させて出力比 R を取得するようにしてもよい。

20

【0020】

ここで、火災が発生したとき、1 種類の煙のみが発生するのではなく、白煙、灰色煙、黒煙等、燃焼物に応じて種々の種類の煙が発生する。煙感知器 1 は、これら種々の煙のいずれが発生しても火災を検知して発報する必要がある。一方、第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 の波長及び第 1 角度 $\theta 1$ 及び第 2 角度 $\theta 2$ によって煙の種類に対する感度が異なり、出力比 R も煙の種類に応じた値になる。このため、どのような種類の煙が発生しても火災を検知できるように、波長と第 1 角度 $\theta 1$ 及び第 2 角度 $\theta 2$ と種類の煙に応じた補正係数 C f とを設定する必要がある。そこで、ろ紙のくん焼煙 (白色煙) と、綿灯芯のくん焼煙 (白色煙と黒色煙との中間的な灰色煙) と、ケロシンの燃焼煙 (黒色煙) とを用いて実験を行い、波長と第 1 角度 $\theta 1$ 及び第 2 角度 $\theta 2$ の条件と補正係数 C f について、下記のように検証を行った。

30

【0021】

下記の表 1 は、C S 計による減光率 1 0 % / m とした各種煙の雰囲気中に発光素子及び受光素子が設置され、波長と散乱角度とを変えた場合の出力を示すものである。煙は、ろ紙のくん焼煙の煙 (白色煙) と、綿灯芯のくん焼煙の煙 (白色煙と黒色煙との中間的な煙) と、ケロシンの燃焼煙のような煙 (黒色煙) とである。また、ろ紙のくん焼煙の場合の出力を 1 としたときの綿灯芯のくん焼煙の場合の出力またはケロシンの燃焼煙の場合の出力の相対値を相対感度として算出した。そして、4 6 5 n m (青色光)、6 5 5 n m (赤色光) 及び 9 4 0 n m (近赤外光) の 3 種類の波長の光について、散乱角度を変化させながら相対感度を測定した。

40

【0022】

【表 1】

波長 [nm]	散乱角 [deg]	相対感度		
		ろ紙(くん焼)	綿灯芯	ケロシン
465	100	1.00	1.51	0.35
	110	1.00	1.39	0.37
	120	1.00	1.30	0.40
655	100	1.00	1.11	0.25
	110	1.00	1.13	0.32
	120	1.00	0.91	0.30
940	100	1.00	0.77	0.22
	110	1.00	0.77	0.25
	120	1.00	0.79	0.27

10

【0023】

表 1 において、青色光と赤色光と近赤外光とを比較した場合、青色光は赤色光及び近赤外光に比べて黒い煙（ケロシン）に対して感度が高い。また、青色光は、ろ紙のくん焼の煙（白い煙）よりも綿灯芯のくん焼の煙（灰色の煙）に対して高感度である。赤色光はろ紙と綿灯芯に対する感度が同程度である。また、赤色光は黒い煙に対する感度は青色光よりは低く、近赤外光よりは高い。近赤外光は黒い煙に対する感度が最も低く、綿灯芯に対する感度も低いことがわかる。

【0024】

20

下記表 2 は、綿灯芯のくん焼の煙（灰色の煙）について、波長及び散乱角度を変化させながら測定された第 1 出力信号 S 1 と第 2 出力信号との出力比 R（= S 2 / S 1）を示している。

【0025】

【表 2】

		465nm				655nm				940nm			
		90°	100°	110°	120°	90°	100°	110°	120°	90°	100°	110°	120°
465nm	60°	0.93	0.90	0.83	0.77	0.63	0.66	0.68	0.54	0.43	0.46	0.46	0.47
	70°	0.94	0.91	0.84	0.79	0.64	0.67	0.69	0.55	0.44	0.47	0.47	0.48
	80°	0.97	0.94	0.87	0.81	0.66	0.69	0.71	0.57	0.45	0.48	0.48	0.49
655nm	60°	1.48	1.44	1.32	1.24	1.02	1.06	1.08	0.87	0.69	0.74	0.74	0.75
	70°	1.51	1.47	1.35	1.26	1.04	1.08	1.10	0.89	0.70	0.75	0.75	0.77
	80°	1.45	1.41	1.30	1.21	0.99	1.04	1.06	0.85	0.68	0.72	0.72	0.74
940nm	60°	2.22	2.15	1.98	1.85	1.52	1.58	1.61	1.29	1.03	1.10	1.10	1.12
	70°	2.34	2.27	2.09	1.95	1.60	1.67	1.70	1.37	1.09	1.16	1.16	1.18
	80°	2.38	2.31	2.12	1.98	1.63	1.69	1.73	1.39	1.11	1.18	1.18	1.20

30

【0026】

下記表 3 は、ケロシンの煙（黒煙）について、波長及び散乱角度を変化させながら測定された第 1 出力信号 S 1 と第 2 出力信号との出力比 R（= S 2 / S 1）を示している。

【0027】

【表 3】

		465nm				655nm				940nm			
		90°	100°	110°	120°	90°	100°	110°	120°	90°	100°	110°	120°
465nm	60°	1.21	1.44	1.53	1.68	1.05	1.02	1.32	1.26	0.74	0.93	1.02	1.11
	70°	1.23	1.46	1.55	1.71	1.06	1.04	1.34	1.28	0.75	0.94	1.04	1.13
	80°	1.11	1.31	1.39	1.53	0.95	0.93	1.20	1.15	0.67	0.84	0.93	1.02
655nm	60°	1.53	1.81	1.93	2.12	1.32	1.29	1.66	1.59	0.93	1.17	1.29	1.41
	70°	1.67	1.98	2.10	2.31	1.44	1.41	1.81	1.73	1.01	1.27	1.41	1.53
	80°	1.57	1.86	1.98	2.17	1.35	1.32	1.70	1.63	0.95	1.20	1.32	1.44
940nm	60°	1.75	2.07	2.20	2.43	1.51	1.48	1.90	1.82	1.06	1.33	1.48	1.61
	70°	1.77	2.10	2.23	2.45	1.52	1.49	1.92	1.84	1.07	1.35	1.49	1.62
	80°	1.92	2.27	2.42	2.66	1.65	1.62	2.08	1.99	1.16	1.46	1.62	1.76

40

【0028】

なお、ろ紙のくん焼の煙（白い煙）については、表 1 からわかるように、出力比 R は 1

50

になる。表 1～表 3 からわかるように、近赤外光が鋭角に配置され、青色光が鈍角に配置された場合（表 2、3 における $940\text{ nm} : 60^\circ \sim 80^\circ$ の前方散乱光と $465\text{ nm} : 90^\circ \sim 120^\circ$ の後方散乱光の組み合わせの場合）、白煙の出力比 R が 1 であるのに対し、表 3 の黒煙の出力比 R は 2 より大きいため、白煙と黒煙との判別を行うことができる。しかしながら、表 2 の綿灯芯の煙（灰色煙）について、黒鉛と同程度の出力比 R となってしまう、灰色煙と黒煙との判別が困難となる。近赤外線光の前方散乱光による第 1 出力信号は、灰色煙と黒煙とで大きく異なることから、補正係数 C_f を用いて信号を補正する必要があるため、灰色煙と黒煙との判別が必要である。

【0029】

赤色光が鋭角に配置され、青色光が鈍角に配置された場合（表 2、3 における $655\text{ nm} : 60^\circ \sim 80^\circ$ の前方散乱光と、 $465\text{ nm} : 90^\circ \sim 120^\circ$ の後方散乱光の組み合わせの場合）、白煙の出力比 R が 1 であるのに対し、表 3 の黒煙の出力比 R は 2 より大きいため、白煙と黒煙との判別を行うことができる。また、表 2 の綿灯芯の煙についても出力比 R が白煙と黒煙との間の値になっており、白煙と灰色煙と黒煙とのいずれも判別ができる。

【0030】

赤色光が鋭角及び鈍角の双方に配置された場合（表 2、3 における $655\text{ nm} : 60^\circ \sim 80^\circ$ の前方散乱光と、 $655\text{ nm} : 90^\circ \sim 120^\circ$ の後方散乱光の組み合わせの場合）、白煙の出力比 R が 1 であるのに対し、表 3 の黒煙の出力比 R は 1 より大きく 2 より小さいため、白煙と黒煙との判別を行うことができる。一方、表 2 の綿灯芯の煙に対しては出力比 R がほぼ 1 になり、出力比によるろ紙の煙との判別は困難になる。しかしながら、赤色光の前方散乱光による第 1 出力信号がろ紙の煙の場合も綿灯芯の煙の場合も同程度に大きいため、煙の種類を識別して補正係数の設定をしなくても、火災の判別を行うことができる。即ち、赤色光が鋭角及び鈍角の双方に配置された場合は、白煙および灰色煙と、黒煙とを判別できれば良い。

【0031】

近赤外光が鋭角及び鈍角の双方に配置された場合（表 2、3 における $940\text{ nm} : 60^\circ \sim 80^\circ$ の前方散乱光と、 $940\text{ nm} : 90^\circ \sim 120^\circ$ の後方散乱光の組み合わせの場合）、白煙の出力比 R が 1 であるのに対し、表 3 の黒煙の出力比 R は 1 より大きく 2 より小さいため、白煙と黒煙との判別を行うことができる。しかしながら、表 2 の綿灯芯の煙に対しては出力比 R がほぼ 1 になり、出力比によるろ紙の煙との判別は困難になる。但し、近赤外光の場合、綿灯芯の煙に対する感度（出力値）が低いためにろ紙の煙と判別して補正係数 C_f により補正を行う必要があるが、表 2 のように綿灯芯の煙を識別することができない。

【0032】

以上の表 1～3 から、第 1 発光素子 11 及び第 2 発光素子 12 の波長の組み合わせとして、2 つの組み合わせが考えられる。すなわち、第 1 の組み合わせ（赤・赤）として、第 1 発光素子 11 及び第 2 発光素子 12 のいずれも可視光領域の赤色光（波長 655 nm ）を出射し、第 1 発光素子 11 が前方散乱光を発生させ第 2 発光素子 12 が後方散乱光を発生させるような位置に配置にすることが考えられる。第 2 の組み合わせ（青・赤）として、第 1 発光素子 11 が可視光領域の赤色光（波長 655 nm ）を出射し前方散乱光を発生させる位置に配置され、第 2 発光素子 12 が青色光（波長 465 nm ）を出射し後方散乱光を発生させるような位置に配置にすることが考えられる。なお、青色光の波長が 465 nm である場合について例示しているが、 $450\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ の波長の範囲内にピーク波長を有する光であればよい。

【0033】

次に、各煙の種類を考慮した補正係数 C_f の設定について説明する。図 3 は種々の煙に対する第 1 の組み合わせ（赤・赤）及び第 2 の組み合わせ（青・赤）の出力比と度数分布との関係を示すグラフである。図 3 において、ろ紙のくん焼煙（白煙）と、綿灯芯のくん焼煙（灰色煙）と、ヘプタン・トルエンの燃焼煙（黒煙）とについて、第 1 の組み合わせ

(赤・赤)と第2の組み合わせ(青・赤)で出力比Rが算出されたときの度数分布が示されている。第1の組み合わせ(赤・赤)において、ろ紙のくん焼煙(白煙)と、綿灯芯のくん焼煙(灰色煙)は出力比Rが1.05倍の近傍になり、ヘプタン・トルエンの燃焼煙(黒煙)は出力比Rが2.05倍の近傍になる。第2の組み合わせ(青・赤)において、ろ紙のくん焼煙(白煙)は出力比Rが0.95倍の近傍になる傾向があり、綿灯芯のくん焼煙(灰色煙)は出力比Rが1.5倍の近傍になり、ヘプタン・トルエンの燃焼煙(黒煙)は出力比Rが2.25倍の近傍になる。

【0034】

ここで、表1～3に示すように、赤色光であっても青色光であっても、白煙と灰色煙に対する感度は黒煙の感度より高い。例えば、黒色煙がヘプタン・トルエンの燃焼煙である場合、ヘプタン・トルエンの燃焼煙(黒煙)に対する相対感度は、ろ紙のくん焼煙(白煙)に対する相対感度の $1/5 \sim 1/4$ になる。そこで、補正係数Cfによる補正が行われる際には、第1出力信号S1がCS計による測定値に追従するように、黒煙である場合の補正係数Cfを大きくなるように設定する必要がある。

【0035】

図4は図2の記憶部に記憶された補正テーブルの一例を示すグラフである。なお、図4において、点線は第1の組み合わせ(赤・赤)の補正テーブルを示し、実線は第2の組み合わせ(青・赤)の補正テーブルを示している。図4に示すように、出力比Rに対する補正係数Cfが第1補正係数Cf1(例えば1)に設定された第1領域RR1と、出力比Rに対する補正係数Cfが第1補正係数Cf1より大きい第2補正係数Cf2(例えば4)に設定された第2領域RR2と、第1領域RR1と第2領域RR2との間に設定され、出力比Rが大きくなるにつれて第1補正係数Cf1から第2補正係数Cf2へ変化する遷移領域TRとを有している。

【0036】

遷移領域TRの補正係数Cfは、例えば下記の式(1)のシグモイド関数のように設定されている。式(1)において、パラメータa、b、c、dは所定の定数である。

【0037】

【数1】

$$Cf = \left\{ \left(\frac{a}{1 + \exp(-b \times R - c)} \right) + d \right\} \cdots (1)$$

【0038】

なお、第1の組み合わせ(赤・赤)と第2の組み合わせ(青・赤)とでは、遷移領域TRの出力比Rの範囲及び上記式(1)におけるパラメータa、b、c、dの値が異なる。これは、黒煙を検知した際の出力比Rが、波長による感度の違いにより、第1の組み合わせ(赤・赤)と第2の組み合わせ(青・赤)とでは、異なる値になることに起因する。例えば、第1の組み合わせ(赤・赤)の遷移領域TRは、出力比1.3～1.6の範囲に設定され、第2の組み合わせ(青・赤)の遷移領域TRは、出力比1.6～2.3の範囲に設定される。

【0039】

また、遷移領域TRが式(1)のシグモイド関数で設定される場合について例示しているが、これに限定されない。図5は図2の記憶部に記憶された補正テーブルの別の一例を示すグラフである。図5のように、出力比Rに比例して補正係数Cfが大きくなるような1次関数に設定されてもよい。

【0040】

図6は、第1の組み合わせ(赤・赤)における補正テーブルに種々の煙の出力比に対する度数分布を重ね合わせたグラフである。図7は、第2の組み合わせ(青・赤)における補正テーブルに種々の煙の出力比に対する度数分布を重ね合わせたグラフである。図6及び図7に示すように、第1出力信号S1が大きい白煙もしくは灰色の煙に対しては、第1補正係数Cf1(例えば1)が設定される。一方、黒煙に対しては、第1補正係数Cf1

10

20

30

40

50

よりも大きい第2補正係数 Cf_2 （例えば4）が設定される。

【0041】

そして、図2の信号補正部21は、補正係数 Cf を用いて第1出力信号 S_1 を補正し、補正後の第1出力信号 SC_1 を算出する。この際、信号補正部21は、例えば補正後の第1出力信号 $SC_1 = Cf \times S_1$ を用いて補正後の第1出力信号 SC_1 を算出する。なお、信号補正部21は、第1出力信号 S_1 が設定しきい値（例えば $1.0\%/m$ に対応する値）より大きい場合について、補正係数 Cf による補正を行ってもよい。これは、煙濃度が低い状態では出力比 R が不安定に変化し、それに伴い補正係数 Cf が不安定に変動するため、第1出力信号 S_1 が設定しきい値未満の場合には、補正を行わず、火災の判定に悪影響を及ぼすのを防止するためである。

10

【0042】

以下に、図4～図7の補正テーブルを用いて第1出力信号 S_1 を補正した場合、第1の組み合わせ（赤・赤）が、第2の組み合わせ（青・赤）よりも種々の燃焼物について、補正後の第1出力信号 SC_1 を CS 計による測定値に追従させ、精度の高い火災の判定を行うことができることについて説明する。

【0043】

図8は、ろ紙をくん焼させたときの煙濃度及び補正後の第1出力信号の時間推移を示すグラフである。なお、ろ紙のくん焼煙（白煙）の場合、第1の組み合わせ（赤・赤）及び第2の組み合わせ（青・赤）の双方ともに、補正係数 Cf は1付近であり、第1出力信号 S_1 と補正後の第1出力信号 SC_1 とは同じ値になる。図8に示すように、補正後の第1出力信号 SC_1 は、 CS 計で測定された煙濃度にほぼ追従していることがわかる。

20

【0044】

図9は、ヘプタン・トルエン混合燃料（黒煙）が燃焼したときの煙濃度及び補正後の第1出力信号の時間変化を示すグラフである。図9において、 CS 計による測定値は時間経過とともに上昇していく。これに対し、補正前の第1出力信号 S_1 は、時間が経過してもわずかな増加しか見られない。一方、補正後の第1出力信号 SC_1 は、 CS 計による測定値とほぼ同じように、煙濃度の上昇とともに大きくなっていく。このように、第1の組み合わせ（赤・赤）及び第2の組み合わせ（青・赤）において、煙の種類に対する波長の感度を補正係数 Cf により補正し、補正後の第1出力信号 SC_1 に火災の状況を精度良く反映することがわかる。

30

【0045】

図10は、樹脂及び紙等が収容されたゴミ箱が燃焼したときの煙濃度及び補正後の第1出力信号の時間変化を示すグラフである。なお、今回のようなゴミ箱を燃焼させる場合、出火時は黒煙が発生し、時間が経つにつれて黒煙と白煙とが混合した状態になる傾向がある。図10に示すように、 CS 計による測定値は火災の発生から主に黒煙が発生している期間（例えば0～640秒）までは、煙濃度は時間経過とともに上昇していく。その後、黒煙と白煙とが混合し始めると、煙濃度はほぼ横ばいを示す。これに対し、補正前の第1出力信号 S_1 は、時間が経過してもわずかな増加しか見られない。一方、第1の組み合わせ（赤・赤）による補正後の第1出力信号 SC_1 は、 CS 計による測定値とほぼ同じ煙濃度の検出結果になっている。

40

【0046】

しかしながら、第2の組み合わせ（青・赤）による補正後の第1出力信号 SC_1 は、 CS 計の煙濃度に追従していないとともに、変動幅が大きくなってしまふ。具体的には、補正前の第1出力信号 S_1 が上昇しているにも拘わらず、補正後の第1出力信号 SC_1 が低下していく。これは、以下の理由による。それは、白煙に対する感度が青色光よりも赤色光の方が高いためである。白煙が発生している状態において、青色光は白煙に対して感度が低いため閾値を下回ることがあるが、赤色光は白煙に対して感度が高いため常に閾値を超えることになる。青色光が閾値を下回ることがあるので、第2の組み合わせ（青・赤）による補正後の第1出力信号 SC_1 の変動幅は大きくなる。

【0047】

50

図 1 1 は、C S 計で計測した種々の煙の種類の煙濃度に対し、第 1 の組み合わせ（赤・赤）による補正後の第 1 出力信号、第 2 の組み合わせ（青・赤）による補正後の第 1 出力信号及び近赤外光の前方散乱光を受光した際の第 1 出力信号をプロットし、その回帰直線を示すグラフである。図 1 1 において、第 1 出力信号が C S 計の直線に近いほど良い結果であることを意味する。図 1 1 からわかるように、第 1 の組み合わせ（赤・赤）による補正後の第 1 出力信号 S C 1 が、C S 計と一致するライン付近に位置している。なお、第 2 の組み合わせ（青・赤）による補正後の第 1 出力信号 S C 1 は、精度が良い結果が得られるケースと、精度が悪い結果が得られるケースとがあり、ばらつきがあることがわかった。

【0048】

上記実施の形態によれば、第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 がともに赤色光である第 1 の組み合わせ（赤・赤）にすることにより、時間の経過に従って白色煙から黒色煙に変化するような煙に対しても、精度の高い火災の判定を行うことができる。また、第 1 発光素子 1 1 と第 2 発光素子 1 2 が同じ L E D 等を用いることができるため、発光素子の経年劣化の特性がほぼ同じになり、火災検知の精度が劣化することを抑制することができる。

【0049】

さらに、煙の種類に対する波長の感度を補正係数 C f で補正することにより、補正後の第 1 出力信号 S C 1 は火災の状況を精度良く反映したものにすることができる。特に、図 4～図 7 に示すような出力比 R に応じて補正係数 C f が設定された補正テーブルを用いたとき、煙の種類が時間経過に従って変化しても、その変化の前後を通じ、C S 計による測定値に基づき設定される基準感度と同程度の感度を保つことができる。

【0050】

なお、図 4～図 8 の補正テーブルにおいて、出力比 R に応じて補正係数 C f が第 1 領域 R R 1、遷移領域 T R、第 2 領域 R R 2 に区分されている場合について例示しているが、湯気等の煙以外の粒子による散乱光が発生したことを出力比 R から判別し、補正後の第 1 出力信号 S C 1 による火災判定結果が確実に非火災であると判定されるように、補正係数 C f を小さく設定するようにしてもよい。

【0051】

図 1 2 は、図 2 の記憶部に記憶された補正テーブルの変形例を示すグラフであり、図 1 3 は、第 1 の組み合わせ（赤・赤）における補正テーブルに種々の煙の出力比に対する度数分布を重ね合わせたグラフである。図 1 2 及び図 1 3 に示すように、補正テーブルには、第 1 領域 R R 1 よりも出力比 R が小さい領域において、補正係数 C f が第 1 補正係数 C f 1 より小さい非火災補正係数 C f 0（例えば 0.5）に設定された非火災領域 R R 0 が設定されている。湯気等は白煙より粒子径が大きく、黒煙とは逆に出力比 R が 1 より小さくなる傾向がある。そこで、湯気の度数分布が大きい非火災領域 R R 0 においては、非火災補正係数 C f 0 が設定される。これにより、湯気等の場合には、補正後の第 1 出力信号 S C 1 は、補正前の第 1 出力信号 S 1 より小さくなり、火災判定部 2 2 が確実に非火災であると判定して判定精度の向上を図ることができる。

【0052】

本発明の実施の形態は、上記実施の形態に限定されず、種々の変更を行うことができる。例えば、2 つの第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 と、1 つの受光素子 1 3 とを有する場合について例示しているが、第 1 発光素子 1 1 及び第 2 発光素子 1 2 が、例えば白色光等の所定の波長域を持った 1 つの発光素子から構成され、受光素子が光学フィルタ等により異なる波長の散乱光を受光する構成であってもよい。

【符号の説明】

【0053】

1 煙感知器、2 検煙部、2 a 検煙空間、1 1 第 1 発光素子、1 2 第 2 発光素子、1 3 受光素子、2 0 制御部、2 1 信号補正部、2 2 火災判定部、2 3 記憶部、2 4 送信部、C f 補正係数、C f 0 非火災補正係数、C f 1 第 1 補正係数、

10

20

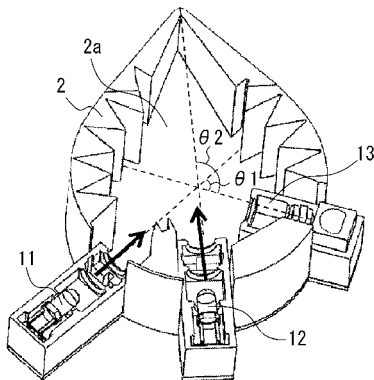
30

40

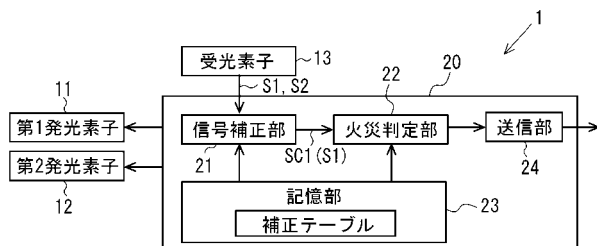
50

C f 2 第2補正係数、R 出力比、R R 0 非火災領域、R R 1 第1領域、R R 2 第2領域、T R 遷移領域、S 1 第1出力信号、S 2 第2出力信号、S C 1 補正後の第1出力信号、a、b、c、d パラメータ、 $\theta 1$ 第1角度、 $\theta 2$ 第2角度。

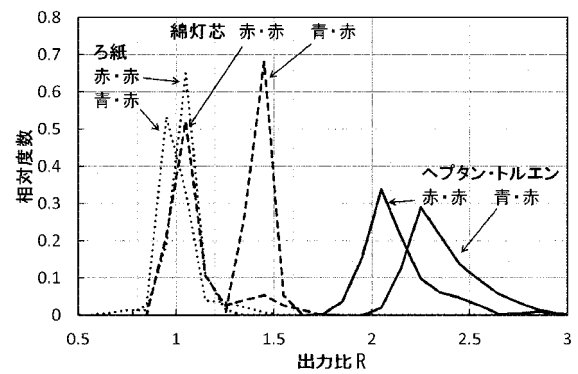
【図 1】



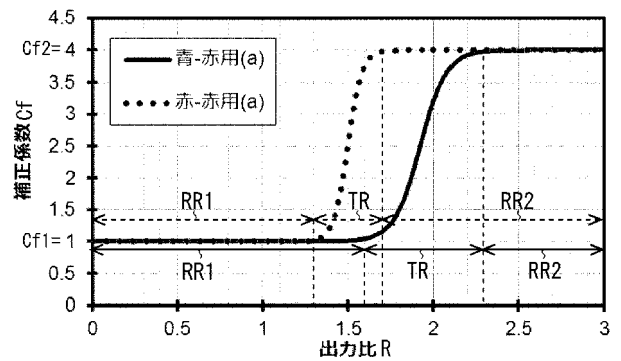
【図 2】



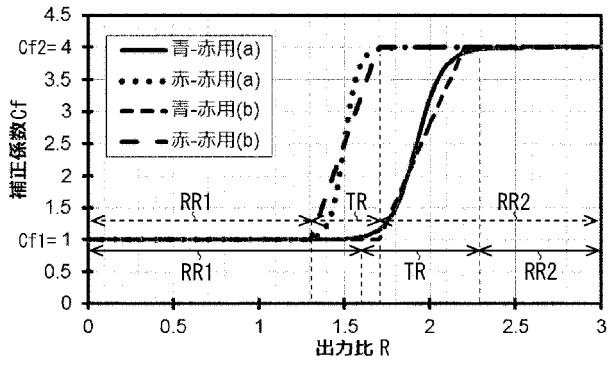
【図 3】



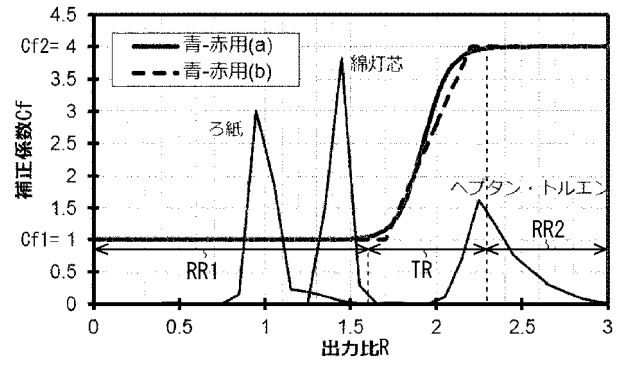
【図 4】



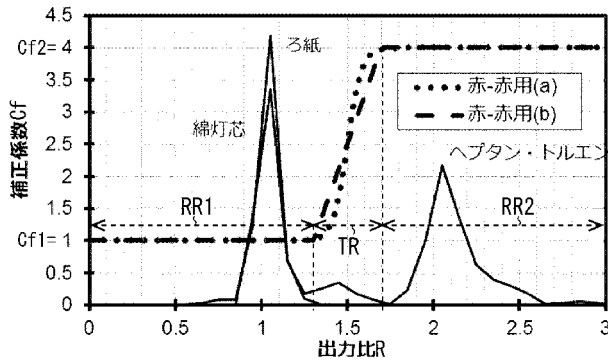
【図 5】



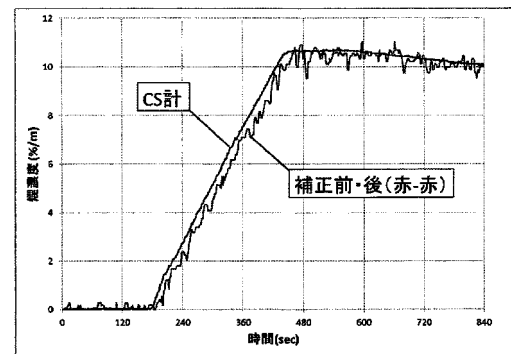
【図 7】



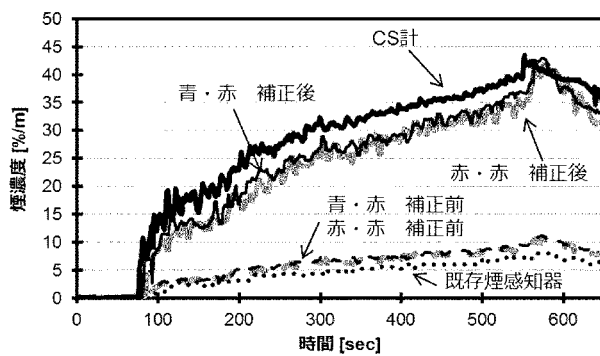
【図 6】



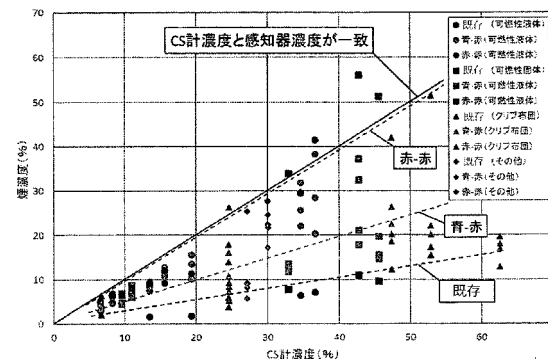
【図 8】



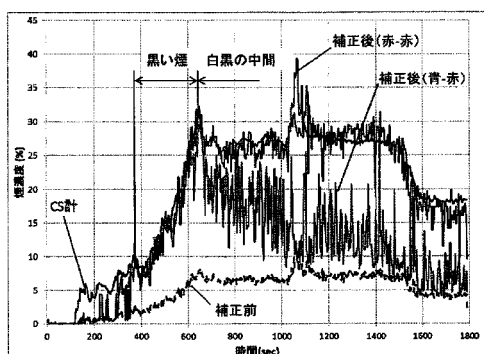
【図 9】



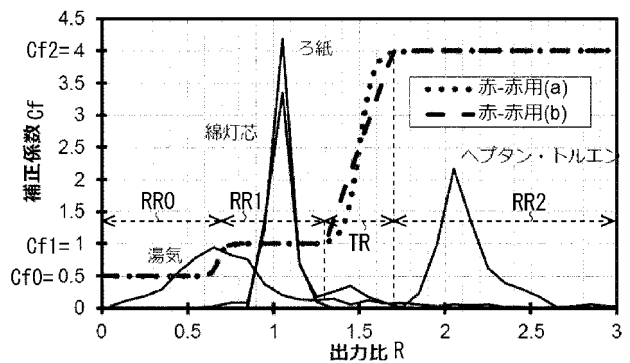
【図 11】



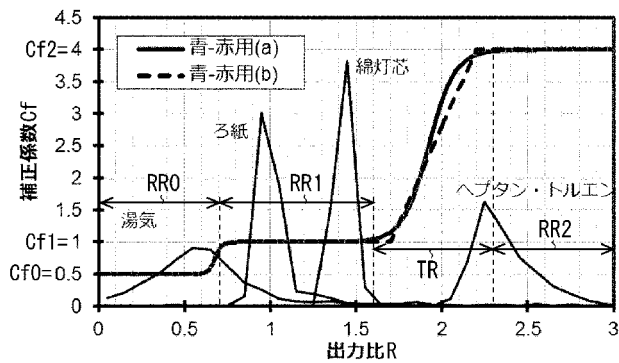
【図 10】



【図 12】



【図 1 3】



【手続補正書】

【提出日】 令和3年5月19日 (2021.5.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0007

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0007】

本発明に係る煙感知器は、検煙空間に向けて光を出射する第1発光素子と、検煙空間に向けて第1発光素子と同一波長の光を出射する第2発光素子と、第1発光素子の光軸に対し鋭角に配置され、第2発光素子の光軸に対し鈍角に配置された受光素子と、第1発光素子の発光により受光素子において受光された第1出力信号と、第2発光素子の発光により受光素子において受光された第2出力信号とに基づいて火災の判定を行う制御部とを備える。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0008

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0008】

なお、制御部は、第1出力信号を補正し、補正後の第1出力信号を用いて火災の判定を行ってもよい。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

また、第1発光素子及び第2発光素子は、可視光領域の赤色光を出射してもよい。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明に係る煙感知器によれば、第1発光素子と第2発光素子とが同一波長の光を出射することにより、第1発光素子と第2発光素子とが温度による出力変化や経年劣化がほぼ同一になるため、火災検知の精度の劣化を抑えることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

検煙空間に向けて光を出射する第1発光素子と、

前記検煙空間に向けて前記第1発光素子と同一波長の光を出射する第2発光素子と、

前記第1発光素子の光軸に対し鋭角に配置され、前記第2発光素子の光軸に対し鈍角に配置された受光素子と、

前記第1発光素子の発光により前記受光素子において受光された第1出力信号と、前記第2発光素子の発光により前記受光素子において受光された第2出力信号とに基づいて火災の判定を行う制御部と、

を備えたことを特徴とする煙感知器。

【請求項2】

前記制御部は、前記第1出力信号を補正し、補正後の前記第1出力信号を用いて火災の判定を行うことを特徴とする請求項1に記載の煙感知器。

【請求項3】

前記第1発光素子及び前記第2発光素子は、可視光領域の赤色光を出射することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の煙感知器。