

(19)



(11)

EP 4 495 483 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2025 Patentblatt 2025/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23N 5/08 ^(2006.01) **F23N 5/24** ^(2006.01)
G08B 17/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24188099.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 5/082; F23N 5/242; G08B 17/12;
F23N 2223/00; F23N 2223/08; F23N 2223/42;
F23N 2227/16; F23N 2229/06; F23N 2231/10

(22) Anmeldetag: **11.07.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Lotfi, Said**
35066 Frankenberg (DE)
• **Stutzmann, Sven**
59969 Bromskirchen (DE)
• **Dr. Paesler, Lars**
35037 Marburg (DE)
• **Ries, Martin**
35066 Frankenberg (DE)

(30) Priorität: **21.07.2023 DE 102023119330**

(74) Vertreter: **Wolf & Wolf**
Patentanwaltsgesellschaft mbH
Hirschstraße 7
63450 Hanau (DE)

(71) Anmelder: **Viessmann Climate Solutions SE**
35108 Allendorf (DE)

(54) **FLAMMENERKENNUNGSEINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER
FLAMMENERKENNUNGSEINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Flammenerkennungseinrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer Flammenerkennungseinrichtung, umfassend eine zur Flammenerkennung geeignete optoelektronische Sensoreinheit (1) und eine Modulatoreinheit (2) aufweisend einen ersten und einen zweiten Eingang (2.1, 2.2), wobei die Sensoreinheit (1) mit dem ersten Eingang (2.1) der

Modulatoreinheit (2) verbunden ausgebildet ist und eine Trägersignaleinheit (3) mit dem zweiten Eingang (2.2) der Modulatoreinheit (2) verbunden ausgebildet ist und ein Ausgangssignal der Modulatoreinheit (2) ein Modulationsprodukt eines Flammenerkennungssignals der Sensoreinheit (1) und eines Trägersignals der Trägersignaleinheit (3) ist.

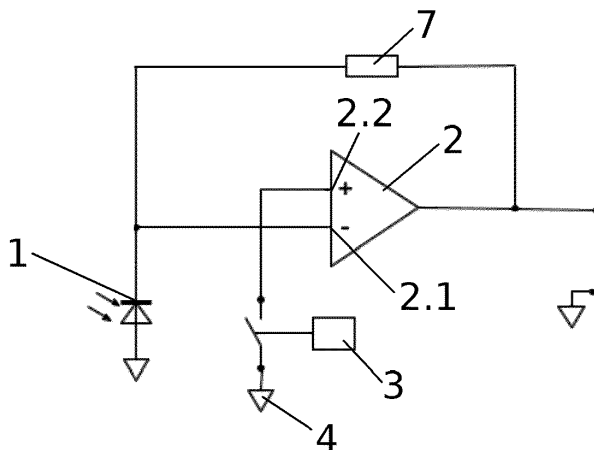


Fig. 1

EP 4 495 483 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Flammenerkennungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Flammenerkennungseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

[0002] Eine Flammenerkennungseinrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Flammenerkennungseinrichtung der eingangs genannten Art ist aus dem Dokument EP 3 916 693 A1 bekannt. Diese Flammenerkennungseinrichtung besteht - zunächst gegenständlich betrachtet - aus einer elektromagnetischen Strahlung (dort Flammenstrahlung 42 in Kombination mit einem Kontrollsignal 18 einer Sendeeinheit 40) in ein Sensorsignal (dort Sensorsignal 20) umwandelnden Sensoreinheit (dort Sensorelement 16) und einer Signalaufbereitungseinheit (dort Signalverarbeitungsschritt 44), wobei - verfahrensmäßig ausgedrückt - das aufbereitete Sensorsignal in einen Flammensignalanteil und einen Kontrollsignalanteil zerlegt (dort Analyseschritt 46 zur Trennung des Kontrollsignalanteils 18') und der Kontrollsignalanteil ausgewertet wird (dort Auswerteschritt 48 zu einer Auswertung des Kontrollsignalanteils 18').

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Flammenerkennungseinrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer Flammenerkennungseinrichtung der eingangs genannten Art zu verbessern. Insbesondere soll eine mit geringem Aufwand prüfbare Flammenerkennungseinrichtung und ein Verfahren geschaffen werden, mit dem die Funktionstüchtigkeitsprüfung der Flammenerkennungseinrichtung besonders einfach durchführbar ist, wobei kein zusätzliches Sendeelement zur Aussendung eines optischen oder elektromagnetischen Kontrollsignals innerhalb des Flammenraums benötigt werden soll.

[0004] Dabei ist zu berücksichtigen, dass nur eine falsch positive Flammenerkennung einen gefährlichen Fehlerzustand einer Brennvorrichtung darstellt, während eine falsch negative Flammenerkennung zwar zu einer nicht erforderlichen Abschaltung der Flamme führen kann, aber keinen gefährlichen Fehlerzustand durch das weitere Einströmen nicht entzündenden Brennstoffs in einen Brennraum darstellt.

[0005] Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Sensoreinheit der vorliegenden Flammenerkennungseinrichtung vorzugsweise als Photodiode ausgebildet ist, welche ohne äußere Betriebsspannung aus der auftretenden elektromagnetischen Strahlungsenergie einen Photostrom erzeugt. Die Sensoreinheit ist somit eigensicher, in dem Sinne, dass bei einem Ausfall der Photodiode zwar trotz vorhandener Flamme der Photostrom ausfallen kann, der umgekehrte Fehlerfall, dass trotz fehlender Flamme ein Photostrom erzeugt wird, aber aufgrund der Energieerhaltung physikalisch ausgeschlossen ist.

[0006] Somit ist lediglich eine Prüfung der elektrischen Verstärker- und Auswerteschaltung der Flammenerkennungseinrichtung auf falsch positive Fehlerzustände er-

forderlich.

[0007] Diese Aufgabe ist mit einer Flammenerkennungseinrichtung der eingangs genannten Art durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Verfahrensmäßig ist diese Aufgabe durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 8 aufgeführten Merkmale gelöst.

[0008] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Flammenerkennungseinrichtung umfassend eine zur Flammenerkennung geeignete optoelektronische Sensoreinheit und eine Modulatoreinheit aufweisend einen ersten und einen zweiten Eingang, wobei die Sensoreinheit mit dem ersten Eingang der Modulatoreinheit verbunden ausgebildet ist, und eine Trägersignaleinheit mit dem zweiten Eingang der Modulatoreinheit verbunden ausgebildet ist und ein Ausgangssignal der Modulatoreinheit ein Modulationsprodukt eines Flammenerkennungssignals der Sensoreinheit und eines Trägersignals der Trägersignaleinheit ist.

[0009] Die Modulatoreinheit könnte man auch Schaltungseinheit zur Verstärkung und die Trägersignaleinheit auch Schaltungseinheit zur Modulation nennen.

[0010] Durch die erfindungsgemäße Lehre wird der Vorteil erreicht, dass die Verstärker- und Auswerteschaltung der Flammenerkennungseinrichtung auf falsch positive Flammenerkennungssignale prüfbar ist und die Flammenerkennungseinrichtung bei Verwendung einer eigensicheren Sensoreinheit hinsichtlich einer positiven Flammenerkennung insgesamt eigensicher ist.

[0011] Entsprechend einer ersten exemplarischen Ausgestaltung ist die Sensoreinheit als eigensichere Sensoreinheit, bevorzugt als Photodiode, ausgebildet.

[0012] Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass ein falsch positives Flammenerkennungssignal als Ausgangssignal der Sensoreinheit ausgeschlossen werden kann. In der bevorzugten Ausgestaltung als Photodiode wird ohne äußere Betriebsspannung aus der Strahlungsenergie unmittelbar ein Photostrom erzeugt. Entsprechend einer weiteren exemplarischen Ausgestaltung ist die Sensoreinheit ausgebildet, elektromagnetische Strahlung in einem Wellenlängenbereich von 250-550 nm, bevorzugt eine oder mehrere Wellenlängen der bei einem Verbrennungsprozess auftretenden Flammenradikale, besonders bevorzugt eine oder mehrere der Wellenlängen 308 nm eines OH Radikals, 430 nm eines CH Radikals, oder 519 nm eines C₂ Radikals zu detektieren.

[0013] Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass die Flammenerkennung auf charakteristische Wellenlängen fokussiert und die Zuverlässigkeit verbessert wird.

[0014] Entsprechend einer weiteren exemplarischen Ausgestaltung ist der invertierende Eingang der Modulatoreinheit mit dem Flammenerkennungssignal der Sensoreinheit verbunden ausgebildet und der nicht invertierende Eingang der Modulatoreinheit mit einem negativen Trägersignal einer Trägersignaleinheit verbunden ausgebildet, und die Modulatoreinheit ausgebildet, das Trägersignal mit dem Flammenerkennungssignal zu modulieren.

[0015] Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass das Flammenerkennungssignal der Sensoreinheit verstärkt und zugleich auf das Trägersignal aufmoduliert wird. Das Modulationsprodukt ist ein mit dem Flammenerkennungssignal modulierte Trägersignal. Neben der Amplitudenmodulation können auch andere Modulationsverfahren wie beispielsweise Frequenzmodulation oder Pulsweitenmodulation (PWM) vorgesehen werden. Die Amplitudenmodulation weist allerdings den Vorteil auf, dass sie schaltungstechnisch mit vergleichsweise geringem Aufwand zu realisieren ist.

[0016] Entsprechend einer weiteren exemplarischen Ausgestaltung ist zwischen dem Ausgang der Trägersignaleinheit und dem nicht invertierenden Eingang der Modulatoreinheit ein Schaltwandler angeordnet, umfassend einen elektronischen Schalter, bevorzugt einen Feldeffekttransistor, und eine geschaltete Kapazität, wobei der Schaltwandler zur Umformung eines gegenüber Masse positiv getakteten Trägersignals in ein gegenüber Masse negativ getaktetes Trägersignal ausgebildet ist.

[0017] Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass mit einer einzigen positiven Versorgungsspannung ein für die Modulatoreinheit erforderliches gegenüber Masse negativ getaktetes Trägersignal zur Verfügung gestellt werden kann. Mit symmetrischen Versorgungsspannungen kann das negativ getaktete Trägersignal auch mittels einer entsprechend ausgebildeten Trägersignaleinheit erzeugt werden, wobei der Schaltwandler entfallen kann.

[0018] Entsprechend einer weiteren exemplarischen Ausgestaltung ist der Ausgang der Modulatoreinheit mit dem Eingang einer Zwischenverstärkereinheit verbunden ausgebildet, wobei die Zwischenverstärkereinheit bevorzugt als aktives Bandpassfilter ausgebildet ist.

[0019] Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass der Ausgang der Modulatoreinheit von nachfolgenden Stufen entkoppelt wird. Eine Ausgestaltung als aktives Bandpassfilter weist den weiteren Vorteil auf, dass nur das gewünschte Trägerfrequenzband weiterverarbeitet wird.

[0020] Entsprechend einer weiteren exemplarischen Ausgestaltung ist die gesamte Verstärker- und Auswerteschaltung oder ein Teil davon zusammen mit der optoelektronischen Sensoreinheit auf einer gemeinsamen Leiterplatte, in einer gemeinsamen Baugruppe, oder als System-on-Chip (SOC) auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet und mittels Versiegelung gegen Schadeinflüsse geschützt.

[0021] Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass die optoelektronische Sensoreinheit und die Verstärker- und Auswerteschaltung gegen Korrosion und Verschmutzung geschützt sind und die Sensoreinheit in der Nähe der Modulatoreinheit angeordnet werden kann, so dass keine langen Anschlussleitungen erforderlich sind und Verfälschungen des Sensorsignals durch elektromagnetische Einstreuung und Leitungsimpedanzen weitgehend vermieden werden können. Die Ausgestaltung als System-on-Chip (SOC) erlaubt zudem eine kostengünstige und integrierte Ausführung, die kompakt und

mechanisch unempfindlich ist und versiegelt werden kann.

[0022] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Flammenerkennungseinrichtung, bei dem mittels einer optoelektronischen Sensoreinheit elektromagnetische Strahlung in ein Flammenerkennungssignal umgewandelt wird und das Flammenerkennungssignal einer Modulatoreinheit zugeführt wird, wobei einem Trägersignal einer Trägersignaleinheit mittels der Modulatoreinheit das Flammenerkennungssignal der Sensoreinheit aufmoduliert wird und ein Modulationsprodukt des Flammenerkennungssignals der Sensoreinheit und des Trägersignals der Trägersignaleinheit als Ausgangssignal der Modulatoreinheit bereitgestellt wird.

[0023] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird der Vorteil erreicht, dass eine falsch positive Flammenerkennung als fehlerhaft erkannt und verworfen wird.

[0024] Entsprechend einer ersten exemplarischen Ausgestaltung des Verfahrens wird das Ausgangssignal der Modulatoreinheit mittels eines aktiven Bandpassfilters frequenzselektiv gefiltert, wobei Signalanteile des Ausgangssignals der Modulatoreinheit, deren Frequenz innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbandes von Modulationsprodukten des Flammenerkennungssignals der Sensoreinheit und des Trägersignals der Trägersignaleinheit liegen, von anderen Signalanteilen getrennt und als Ausgangssignal des aktiven Bandpassfilters bereitgestellt werden.

[0025] Diese Ausgestaltung des Verfahrens weist den Vorteil auf, dass Signale mit Frequenzen außerhalb des vorgegebenen Trägerfrequenzbandes ausgefiltert werden. Hierbei werden auch fehlerhafte Flammenerkennungssignale ausgefiltert, die keine oder nicht die vorgegebene Trägerfrequenz aufweisen.

[0026] Entsprechend einer weiteren exemplarischen Ausgestaltung des Verfahrens wird aus dem Ausgangssignal des aktiven Bandpassfilters mittels einer Demodulatoreinheit ein demoduliertes Flammenerkennungssignal bereitgestellt und aus dem demodulierten Flammenerkennungssignal der Demodulatoreinheit mittels einer Diskriminatoreinheit ein Flammendiskriminierungssignal bereitgestellt.

[0027] Mit anderen Worten zeichnet sich die erfindungsgemäße Lösung dadurch aus, dass der Verstärker- und Auswerteschaltung nicht nur das Signal der Sensoreinheit zugeführt wird, sondern dieses zunächst auf ein Trägersignal aufmoduliert wird, und dass mittels des Vorhandenseins des Trägersignals bei der Auswertung des verstärkten und aufbereiteten Signals überprüft werden kann, ob die Verstärkereinheit ordnungsgemäß funktioniert. Sollte das Trägersignal nicht vorhanden sein, wird ein positives Flammenerkennungssignal als möglicherweise fehlerhaft verworfen und die Flammenerkennung sicherheitshalber als negativ eingestuft. Dank des erfindungsgemäßen Ansatzes ist somit eine positiv eigensichere Flammenerkennungseinrichtung geschaffen, mittels derer eine falsch positive Flammen-

erkennung aufgrund eines Fehlers der Verstärker- und Auswerteschaltung verhindert werden kann.

[0028] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lösung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0029] Die erfindungsgemäße Lösung einschließlich ihrer vorteilhaften Weiterbildungen gemäß der abhängigen Patentansprüche wird nachfolgend anhand der zeichnerischen Darstellung verschiedener Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0030] Es zeigt

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer vorgeschlagenen Vorrichtung gemäß einer beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassend eine Sensoreinheit und eine Modulatoreinheit;
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer vorgeschlagenen Vorrichtung gemäß einer weiteren beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassend einen Zwischenverstärker oder ein aktives Bandpassfilter;
- Figur 3 eine schematische Darstellung einer vorgeschlagenen Vorrichtung gemäß einer weiteren beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassend einen Schaltwandler; und
- Figur 4 ein Diagramm mit einer schematischen Darstellung eines beispielhaften zeitlichen Verlaufs eines Flammenerkennungssignals, eines Trägersignals und eines Modulationsproduktes nach Modulation des Trägersignals mit dem Flammenerkennungssignal.

[0031] Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Flammenerkennungseinrichtung gemäß einer beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung. Die Flammenerkennungseinrichtung umfasst eine Sensoreinheit 1, eine Modulatoreinheit 2 mit einem invertierenden Eingang 2.1 und einem nicht invertierenden Eingang 2.2, einen Gegenkopplungszweig mit einem ohmschen Widerstand 7 und eine Trägersignaleinheit 3 mit einem Schalter gegen Masse 4.

[0032] Wenn der nicht invertierende Eingang 2.2 der Modulatoreinheit 2 konstant auf Massepotential liegt, wirkt die Schaltungsanordnung als Transimpedanzverstärker mit dem Operationsverstärker 2 und dem Gegenkopplungswiderstand 7. Der Operationsverstärker 2 weist typischerweise einen sehr hohen Eingangswiderstand an beiden Differenzeingängen und einen sehr geringen Ausgangswiderstand bei sehr großer Differenzverstärkung auf. Der mittels des Widerstandes 7 gegengekoppelte Operationsverstärker 2 stellt somit im Rahmen der vorgegebenen Grenzen, insbesondere der Versorgungsspannungsgrenzen, die Ausgangsspannung so ein, dass die Differenz der Eingangsspannungen nahe null beträgt. Liegt der nicht invertierende Eingang 2.2 hierbei auf Masse, wird auch für den invertierenden Eingang 2.1 ein Nullpotential eingestellt. Somit wird die

Photodiode 1 in einem virtuellen Kurzschluss betrieben, wobei keine äußere Betriebsspannung anliegt. Hierbei erzeugen die auftreffenden Photonen einen nahezu linear von der Beleuchtungsstärke abhängenden Photostrom in Sperrrichtung. Bezüglich des Schaltungsknotens an dem nicht invertierenden Eingang 2.1 handelt es sich um einen negativen Strom, der aus dem Schaltungsknoten abfließt. Gemäß der Kirchhoffschen Knotenregel muss die Summe der zu- und abfließenden Ströme für diesen Schaltungsknoten null sein. Der invertierende Eingang 2.1 trägt aufgrund seines hohen Eingangswiderstandes keinen nennenswerten Zu- oder Abfluss bei. Somit muss der Photostrom I_{photo} über den Widerstand R_7 zufließen, wobei nach dem Ohmschen Gesetz ein Spannungsabfall $U_{\text{aus}} = R_7 \cdot I_{\text{photo}}$ auftritt, der zugleich die Ausgangsspannung des Transimpedanzverstärkers gegen Masse ist.

[0033] Der nicht invertierende Eingang 2.2 des Operationsverstärkers 2 liegt in der vorliegenden Schaltung nicht konstant auf Massepotential, sondern wird mittels eines Trägersignals einer Trägersignaleinheit 3 und eines in den Figuren 1 und 2 nur schematisch dargestellten Schalters periodisch zwischen Massepotential und einem negativen Versorgungsspannungspotential geschaltet. Während Massepotential anliegt, wird die dem Photostrom I_{photo} entsprechende Ausgangsspannung U_{aus} am Ausgang wirksam, während negatives Versorgungsspannungspotential anliegt, wird eine beliebige Eingangsspannung am invertierenden Eingang 2.1 vollständig kompensiert und die Ausgangsspannung $U_{\text{aus}} = 0$, da der Operationsverstärker ausschließlich mit einer positiven Betriebsspannung betrieben wird und 0 somit die untere Grenze des einstellbaren Ausgangsspannungsbereiches ist. Somit übernimmt der Transimpedanzverstärker die Funktion einer Modulatoreinheit, welche das niederfrequente Flammenerkennungssignal der Photodiode einem höherfrequenten Trägersignal aufmoduliert. In der hier beschriebenen Schaltungsanordnung wird eine Amplitudenmodulation mit einem Modulationsgrad von 100% ausgeführt.

[0034] Das Trägersignal kann rechteckförmig, aber auch trapezförmig oder sinusförmig sein, was sich jeweils auf die Kurvenform und das Frequenzspektrum des Modulationsproduktes auswirkt. Die Frequenz des Trägersignals muss höher sein als die höchste relevante Frequenz im Frequenzspektrum des Flammenerkennungssignals und ausreichend, um die erforderliche Reaktionsgeschwindigkeit der Flammenerkennungseinrichtung zu erreichen.

[0035] Eine Amplitudenmodulation wie hier beschrieben, stellt die schaltungstechnisch und funktional einfachste Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens dar. Darüber hinaus können aber auch andere Modulationsverfahren wie zum Beispiel Frequenzmodulation und Pulsweitenmodulation (PWM) vorgesehen werden. Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass das Flammenerkennungssignal auf ein Trägersignal aufmoduliert wird und das Vorhandensein des Trägersignals

die Funktionstüchtigkeit der Verstärker- und Auswerteschaltung nachweist. Dieser Nachweis kann mittels eines aktiven Bandpassfilters 8 erfolgen, welches in Figur 2 schematisch dargestellt ist.

[0036] Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Flammenerkennungseinrichtung gemäß einer weiteren beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung. Das aktive Bandpassfilter 8 umfasst typischerweise einen Operationsverstärker, der mit einem Hochpassfilter am Eingang und einem Tiefpassfilter am Ausgang ausgebildet ist, so dass Frequenzen von Modulationsprodukten des Trägersignals und des Flammenerkennungssignals das aktive Bandpassfilter 8 passieren, während Fremdfrequenzen und nicht modulierte Signale ohne Trägersignal ausgefiltert werden. Somit wird erreicht, dass fehlerhaft positive Flammenerkennungssignale ohne Trägersignal blockiert werden, und am Ausgang des aktiven Bandpassfilters 8 ausschließlich gültige Flammenerkennungssignale vorliegen können.

[0037] Diese gültigen Flammenerkennungssignale können mittels einer in Figur 2 nicht dargestellten Demodulatoreinheit demoduliert und mittels einer ebenfalls nicht dargestellten Diskriminatoreinheit mit einem Schwellenwert verglichen werden.

[0038] Somit stellt die vorliegende Erfindung eine positiv eigensichere Flammenerkennungseinrichtung und ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Flammenerkennungseinrichtung zur Verfügung, welches auf einem positiv eigensicheren Sensor beruht und die positiv fehlerfreie Funktion der Verstärker- und Auswerteschaltung im laufenden Betrieb überwacht, wobei eine möglicherweise fehlerhafte Flammenerkennung verworfen wird.

[0039] Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Flammenerkennungseinrichtung gemäß einer weiteren beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung. Die Verstärker- und Auswerteschaltung arbeitet mit einer positiven Versorgungsspannung. Zur Ansteuerung des nicht invertierenden Eingangs 2.2 der Modulatoreinheit 2 wird ein gegenüber der Schaltungsmasse negatives Trägersignal benötigt. Dieses wird mittels eines Schaltwandlers umfassend einen Schalter, vorzugsweise einen Feldeffekttransistor 5, und eine Kapazität 6 sowie eine Trägersignaleinheit 3, welche ein positives Trägersignal erzeugt und sowohl den Gate-Anschluss 5.2 des Feldeffekttransistors 5 ansteuert als auch die Kapazität 6 gegen Masse auf eine positive Spannung auflädt, solange der Feldeffekttransistor 5 gegen Masse leitend ist. Mit der fallenden Flanke des positiven Trägersignals der Trägersignaleinheit 3 wird der Feldeffekttransistor 5 gesperrt und das Potential der positiv geladenen Seite der Kapazität 6 um den Betrag der fallenden Flanke nach null verschoben, womit zugleich das Potential der negativ geladenen Seite der Kapazität 6 um denselben Betrag von null in den negativen Bereich verschoben wird. Die Kapazität 6 entlädt sich anschließend über den Source-Drain-Sperrwiderstand des Feldeffekttransistors 5.

[0040] Somit stellt der in Figur 3 dargestellte Schalt-

wandler mittels einer positiven Versorgungsspannung und der positiven Trägersignalschwingung der Trägersignaleinheit 3 eine negative Ansteuerung des nicht invertierenden Eingangs 2.2 der Modulatoreinheit 2 bereit.

[0041] Figur 4 zeigt ein Diagramm mit einer schematischen Darstellung eines beispielhaften zeitlichen Verlaufs eines Flammenerkennungssignals B der Sensoreinheit 1, eines Trägersignals C der Trägersignaleinheit 3, und eines Modulationsproduktes D der Modulatoreinheit 2. Das nicht abgebildete negative Trägersignal C' entsteht durch Spiegelung des Trägersignals C an der Zeitachse, es kann in Abhängigkeit von der Dimensionierung der Kapazität 6 und des Source-Drain-Sperrwiderstandes des Feldeffekttransistors 5 auch eine andere Signalform, beispielsweise einen sägezahnförmigen Verlauf annehmen, womit auch das Ausgangssignal der Modulatoreinheit entsprechend abweicht. Während das Flammenerkennungssignal B die Flammenintensität umfasst, stellt Signal A ein logisches Flammenerkennungssignal dar.

Bezugszeichenliste

[0042]

- | | |
|-----|---|
| 1 | Sensoreinheit |
| 2 | Modulatoreinheit bzw. Schaltungseinheit zur Verstärkung |
| 2.1 | invertierender Eingang |
| 2.2 | nicht invertierender Eingang |
| 3 | Trägersignaleinheit bzw. Schaltungseinheit zur Modulation |
| 4 | Masse |
| 5 | Feldeffekttransistor |
| 5.1 | Source |
| 5.2 | Gate |
| 5.3 | Drain |
| 6 | Kapazität |
| 7 | Widerstand |
| 8 | Zwischenverstärkereinheit bzw. aktives Bandpassfilter |

Patentansprüche

1. Flammenerkennungseinrichtung, umfassend eine zur Flammenerkennung geeignete optoelektronische Sensoreinheit (1) und eine Modulatoreinheit (2) aufweisend einen ersten und einen zweiten Eingang (2.1, 2.2), wobei die Sensoreinheit (1) mit dem ersten Eingang (2.1) der Modulatoreinheit (2) verbunden ausgebildet ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- eine Trägersignaleinheit (3) mit dem zweiten Eingang (2.2) der Modulatoreinheit (2) verbunden ausgebildet ist und ein Ausgangssignal (D) der Modulatoreinheit (2) ein Modulationsprodukt eines Flammenerkennungssignals (B) der Sensoreinheit (1) und eines Trägersignals (C) der Trägersignaleinheit

- (3) ist.
2. Flammenerkennungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinheit (1) als eigensichere Sensoreinheit, bevorzugt als Photodiode, ausgebildet ist. 5
 3. Flammenerkennungseinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinheit (1) ausgebildet ist, elektromagnetische Strahlung in einem Wellenlängenbereich von 250-550 nm, bevorzugt eine oder mehrere Wellenlängen der bei einem Verbrennungsprozess auftretenden Flammenradikale, besonders bevorzugt eine oder mehrere der Wellenlängen 308 nm eines OH Radikals, 430 nm eines CH Radikals, oder 519 nm eines C2 Radikals, zu detektieren. 10 15
 4. Flammenerkennungseinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der invertierende Eingang (2.1) der Modulatoreinheit (2) mit dem Flammenerkennungssignal (B) der Sensoreinheit (1) verbunden ausgebildet ist und der nicht invertierende Eingang (2.2) der Modulatoreinheit (2) mit einem negativen Trägersignal (C') einer Trägersignaleinheit (3) verbunden ausgebildet ist, und die Modulatoreinheit (2) ausgebildet ist, das Trägersignal (C') mit dem Flammenerkennungssignal (B) zu modulieren. 20 25 30
 5. Flammenerkennungseinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Ausgang der der Trägersignaleinheit (3) und dem nicht invertierenden Eingang (2.2) der Modulatoreinheit (2) ein Schaltwandler (4,5,6) angeordnet ist, umfassend einen elektronischen Schalter, bevorzugt einen Feldeffekttransistor (5), und eine geschaltete Kapazität (6), wobei der Schaltwandler zur Umformung eines gegenüber Masse (4) positiv getakteten Trägersignals (C) in ein gegenüber Masse (4) negativ getaktetes Trägersignal (C') ausgebildet ist. 35 40 45
 6. Flammenerkennungseinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgang der Modulatoreinheit (2) mit dem Eingang einer Zwischenverstärkereinheit (8) verbunden ausgebildet ist, wobei die Zwischenverstärkereinheit (8) bevorzugt als aktives Bandpassfilter ausgebildet ist. 50
 7. Flammenerkennungseinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Verstärker- und Auswerteschaltung 55

oder ein Teil davon zusammen mit der optoelektronischen Sensoreinheit (1) auf einer gemeinsamen Leiterplatte, in einer gemeinsamen Baugruppe, oder als System-on-Chip auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet ist und mittels Versiegelung gegen Schadeinflüsse geschützt ist.

8. Verfahren zum Betrieb einer Flammenerkennungseinrichtung, bei dem mittels einer optoelektronischen Sensoreinheit (1) elektromagnetische Strahlung in ein Flammenerkennungssignal (B) umgewandelt wird und das Flammenerkennungssignal (B) einer Modulatoreinheit (2) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**

einem Trägersignal (C) einer Trägersignaleinheit (3) mittels der Modulatoreinheit (2) das Flammenerkennungssignal (B) der Sensoreinheit (1) aufmoduliert wird; und ein Modulationsprodukt des Flammenerkennungssignals (B) der Sensoreinheit (1) und des Trägersignals (C) der Trägersignaleinheit (3) als Ausgangssignal (D) der Modulatoreinheit (2) bereitgestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Ausgangssignal (D) der Modulatoreinheit (2) mittels eines aktiven Bandpassfilters (8) frequenzselektiv gefiltert wird, wobei Signalanteile des Ausgangssignals (D) der Modulatoreinheit (2), deren Frequenz innerhalb eines vorbestimmten Frequenzbandes von Modulationsprodukten des Flammenerkennungssignals (B) der Sensoreinheit (1) und des Trägersignals (C) der Trägersignaleinheit (3) liegen, von anderen Signalanteilen getrennt und als Ausgangssignal des aktiven Bandpassfilters (8) bereitgestellt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Ausgangssignal des aktiven Bandpassfilters (8) mittels einer Demodatoreinheit ein demoduliertes Flammenerkennungssignal (B') bereitgestellt wird; und aus dem demodulierten Flammenerkennungssignal (B') der Demodatoreinheit mittels einer Diskriminatoreinheit ein Flammendiskriminierungssignal (A) bereitgestellt wird.

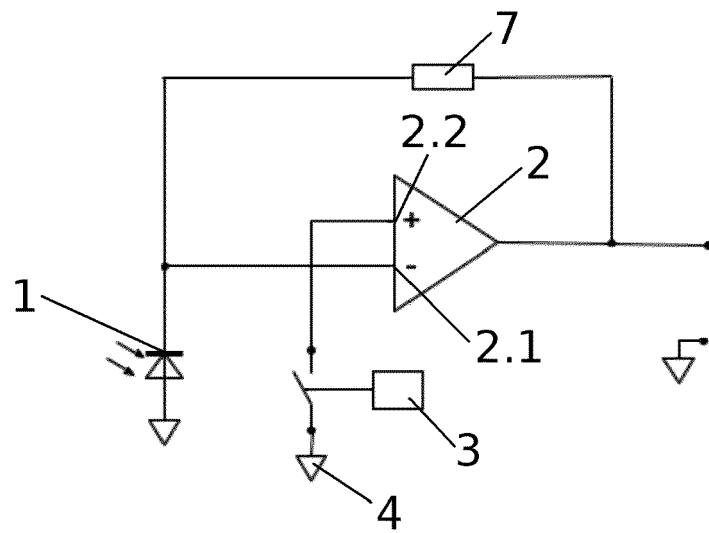


Fig. 1

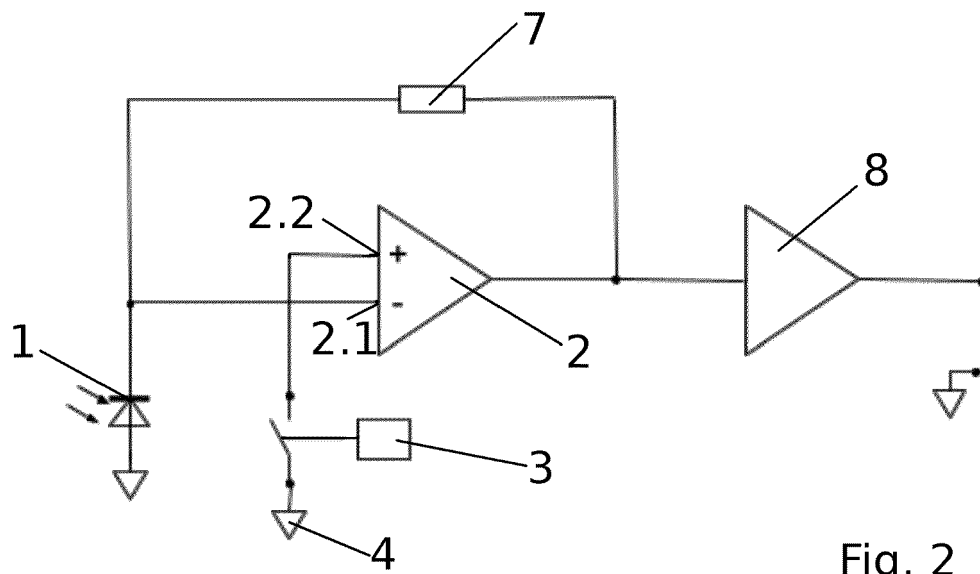


Fig. 2

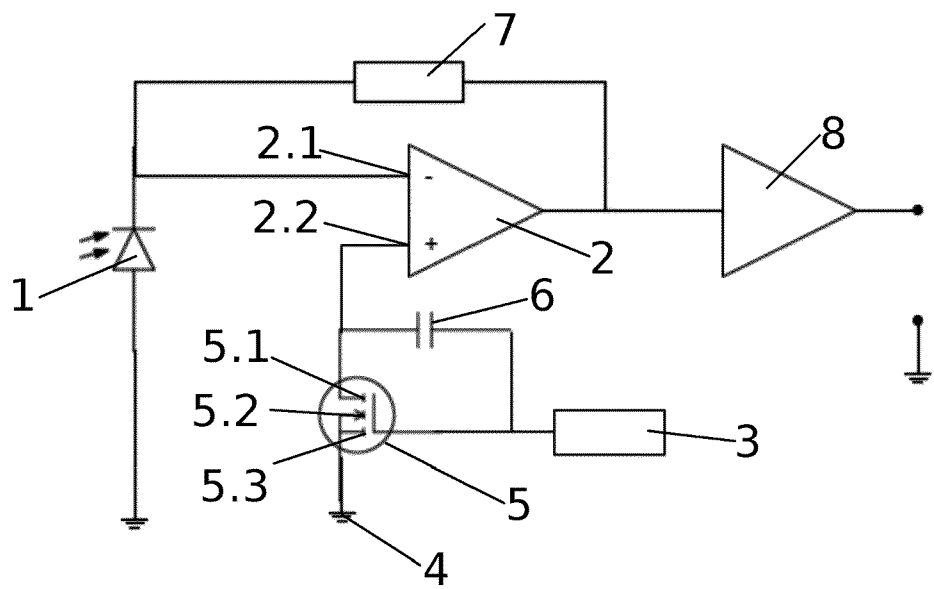


Fig. 3

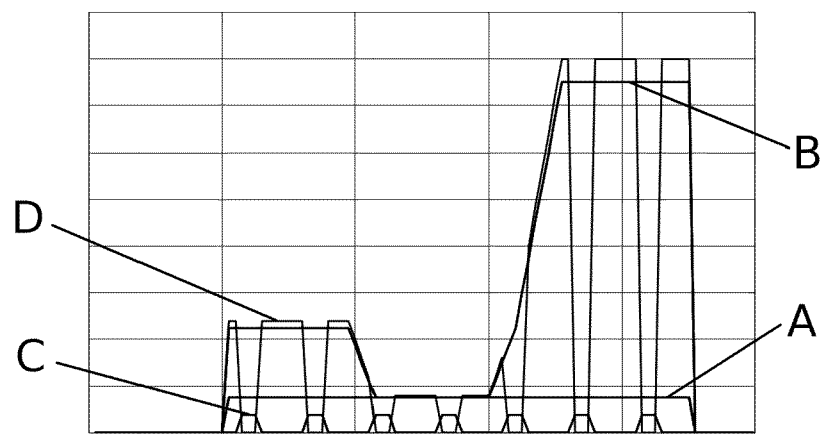


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 18 8099

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 591 725 A (BRYANT JACK A [US]) 27. Mai 1986 (1986-05-27) * das ganze Dokument * -----	1-9	INV. F23N5/08 F23N5/24 G08B17/02
A	US 3 995 221 A (MACDONALD MALCOLM F) 30. November 1976 (1976-11-30) * Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 6, Zeile 49 * * * Abbildungen 1-3 * -----	1,3,8	
A	EP 0 157 644 A2 (BABCOCK & WILCOX CO [US]) 9. Oktober 1985 (1985-10-09) * Seite 4, Zeile 28 - Seite 7, Zeile 14 * * Abbildungen 1-4 * -----	1,3,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. Dezember 2024	Prüfer Vogl, Paul
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 18 8099

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-12-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 4591725 A	27-05-1986	KEINE	
15	US 3995221 A	30-11-1976	DE 2611763 A1	30-09-1976
			DE 2660829 A1	16-09-1982
			FR 2304863 A1	15-10-1976
			GB 1545602 A	10-05-1979
20			IT 1057763 B	30-03-1982
			NL 7602937 A	22-09-1976
			US 3995221 A	30-11-1976
	EP 0157644 A2	09-10-1985	AU 578459 B2	27-10-1988
25			BR 8501467 A	26-11-1985
			CA 1227849 A	06-10-1987
			EP 0157644 A2	09-10-1985
			ES 8605095 A1	16-03-1986
			IN 163763 B	05-11-1988
			JP S60228927 A	14-11-1985
30			KR 850007301 A	02-12-1985
			MX 156686 A	26-09-1988
			US 4578583 A	25-03-1986

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3916693 A1 [0002]