



(11)

EP 2 865 946 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.04.2015 Patentblatt 2015/18

(51) Int Cl.: *F23N 5/24* (2006.01) *F23N 5/12* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14186971.9**

(22) Anmeldetag: 30.09.2014

(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 MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

- **Krieger, Klaus**
73249 Wernau (DE)
- **Birr, Hartmut**
73274 Notzingen (DE)

(30) Priorität: 23.10.2013 DE 102013221511

(54) **Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme**

(57) Vorrichtung (100) zum Ermitteln eines Ionisationsstroms (I_1) einer Flamme (40), aufweisend:

- eine Verstärkereinrichtung (10); und
- eine Regelungseinrichtung (20);

- wobei die Flamme (40) elektrisch an einen Eingang (E) der Verstärkereinrichtung (10) geschaltet ist;

- wobei mittels der Regelungseinrichtung (20) eine Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung (10) im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom (I_1) auf einen maximalen Wert regelbar ist;
- wobei aus einer Stellgröße der Regelungseinrichtung (20) eine Größe des Ionisationsstroms (I_1) ermittelbar ist.

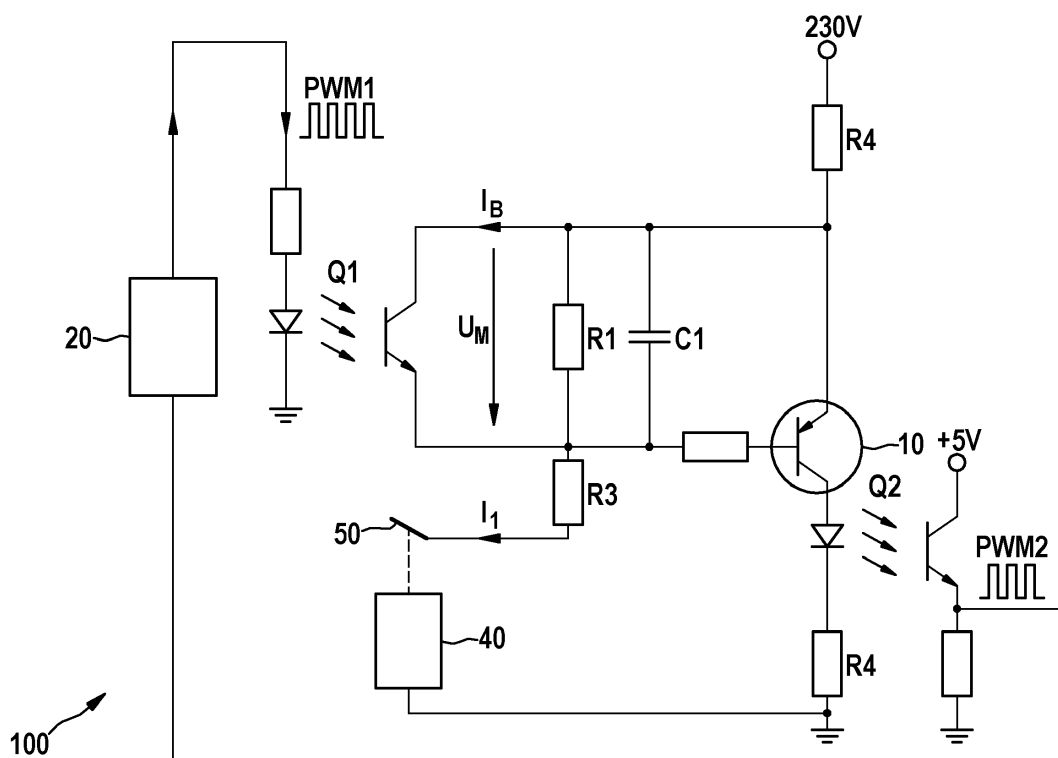


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme.

[0002] Bekannte Ionisationsschaltungen für eine Erkennung eines Ionisationsstroms, die zu einer Flammenerkennung über eine Ionisationselektrode verwendet werden, um eine Höhe des Ionisationsstroms einem übergeordneten Feuerungsautomaten zu melden, sind üblicherweise sehr komplexe und aufwendige Schaltungen. Insbesondere existieren Schaltungen, die mit besonders großer Auflösung in geregelten Verbrennungssystemen (CMS, engl. Combustion Management Systems), bei denen ein Lambdawert 1 mit einer Spitze eines CO-Werts über den Ionisationsstrom ermittelt wird. Beispielsweise können die genannten Schaltungen als zweistufige Verstärker oder als logarithmische Verstärker ausgebildet sein, die in der Lage sind, einen sehr großen Bereich des Ionisationsstroms zu verarbeiten.

[0003] DE 10 2010 001 307 A1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur auf Ionisationsstrommessung basierenden Flammenerkennung. Bei dem gezeigten Verfahren wird eine erste Messspannung zum Erzeugen eines ersten Ionisationsstroms an einer Ionisationselektrode des Flammenüberwachungssystems in einem ersten Betriebszustand des Brenners erzeugt und eine zweite Messspannung zum Erzeugen eines zweiten Ionisationsstroms an der Ionisationselektrode des Flammenüberwachungssystems in einem zweiten Betriebszustand des Brenners erzeugt, wobei die erste Messspannung und die zweite Messspannung von einer Vorrichtung zum Erzeugen einer Messspannung des Flammenüberwachungssystems erzeugt wird, die dazu geeignet ist, die erzeugte Messspannung zu variieren, wobei die Vorrichtung zum Erzeugen der Messspannung die erzeugte Messspannung von der ersten Messspannung zu der zweiten Messspannung ändert, wenn der Brenner von dem ersten Betriebszustand in den zweiten Betriebszustand wechselt.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine einfache Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme bereit zu stellen.

[0005] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einer Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme, aufweisend:

- eine Verstärkereinrichtung; und
- eine Regelungseinrichtung;
- wobei die Flamme elektrisch an einen Eingang der Verstärkereinrichtung geschaltet ist;
- wobei mittels der Regelungseinrichtung eine Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom auf

einen maximalen Wert regelbar ist; wobei aus einer Stellgröße der Regelungseinrichtung eine Größe des Ionisationsstroms ermittelbar ist.

[0006] Damit wird eine Eingangsempfindlichkeit des Verstärkers unabhängig vom tatsächlichen Wert des Ionisationsstroms auf einen maximalen Wert geregelt, so dass eine Empfindlichkeit des Verstärkers in jeder Phase des Ionisationsstroms bestmöglich ausgenutzt wird. Der Verstärker ist somit in der Lage, einen sehr großen Bereich des Ionisationsstroms zu detektieren.

[0007] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einem Verfahren zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme, aufweisend die Schritte:

- a) Elektrisches Schalten der Flamme an einen Eingang der Verstärkereinrichtung;
- b) Generieren einer Stellgröße mittels der Regelungseinrichtung aus einem Ausgangssignal der Verstärkereinrichtung;
- c) Zuführen der Stellgröße an die Verstärkereinrichtung derart, dass eine Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom auf einen maximalen Wert geregelt wird; und

- Ermitteln des Ionisationsstroms aus der Stellgröße.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0009] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, dass mittels der Regelungseinrichtung eine Bypasseinrichtung ansteuerbar ist, wobei der Bypasseinrichtung eine Stellgröße der Regelungseinrichtung zuführbar ist, mittels der ein Bypassstrom zum Ionisationsstrom und eine elektrische Eingangsspannung der Verstärkereinrichtung generierbar sind, wobei die Eingangsspannung mittels der Stellgröße auf einen im Wesentlichen konstanten Wert regelbar ist.

[0010] Auf diese Weise kann aus der Stellgröße vorteilhaft ein Abbild des Ionisationsstroms gewonnen werden. Auf diese Weise kann auf eine Weise aus der zugeführten Stellgröße auf eine Flammengröße geschlossen werden, die einen wesentlichen Parameter für Feuerungsautomaten von Gasgeräten darstellt.

[0011] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Bypasseinrichtung eine Parallelschaltung mit einem Widerstand und einem Widerstand aufweist, wobei die Stellgröße als eine pulsweitenmodulierte Spannung ausgebildet ist, wobei die Stellgröße auf ein im Wesentlichen konstantes PWM-Verhältnis regelbar ist.

[0012] Auf diese Weise kann über eine einfach und kostengünstig zu realisierende Bypassschaltung und ein

pulsweitenmoduliertes Signal, welches implizit ein großes Pulsweitenverhältnis abbilden kann, ein großer Wertebereich des Ionisationsstroms abgebildet werden. Im Ergebnis kann dadurch der Ionisationsstrom mittels einer hohen Eingangsempfindlichkeit des Verstärkers erfasst werden. Zu diesem Zweck wird danach getrachtet, den Verstärker sehr konstant auf einen empfindlichen Arbeitspunkt zu regeln.

[0013] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Stellgröße der Bypasseinrichtung mittels eines ersten Optokopplers zuführbar ist. Auf diese Weise wird eine einfache technische Zuführung der Stellgröße in den Bypasskreis der Verstärkereinrichtung bewerkstelligt.

[0014] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der flussgemäßen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkereinrichtung wenigstens einen Transistor aufweist, wobei die über dem Widerstand abfallende elektrische Eingangsspannung einem Eingang des Transistors zuführbar ist, wobei ein Ausgang des Transistors über einen zweiten Optokoppler mit einem Eingang der Regelungseinrichtung verschaltet ist.

[0015] Auf diese Weise wird am Ausgang der Verstärkereinrichtung ein Abbild der Messspannung am Messwiderstand bereitgestellt, wobei dieses Abbild der Regelungseinrichtung zum Regeln der Stellgröße zugeführt wird. Eine im Wesentlichen in Echtzeit vorliegende Information über die Höhe des Ionisationsstroms ist auf diese Weise vorteilhaft ermöglicht, wodurch eine effiziente Regelung der Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung durchgeführt wird.

[0016] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Verstärkereinrichtung einen Feldeffekttransistor oder zwei in einer Darlingtonschaltung verschaltete bipolare Transistoren aufweist. Auf diese Weise werden vorteilhaft zwei verschiedene unterschiedliche technisch einfache Möglichkeiten zur Realisierung einer hochempfindlichen Verstärkereinrichtung bereitgestellt.

[0017] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass mittels der Regelungseinrichtung die Stellgröße als ein Ionisationssignal verarbeitbar ist. Dadurch können zum Beispiel von einem übergeordneten Feuerungsautomaten eines Gasgeräts oder eines Ölbrenners entsprechende Aktionen zur Steuerung des Brennvorgangs bzw. der Flamme veranlasst werden.

[0018] Die Erfindung wird im Folgenden mit weiteren Merkmalen und Vorteilen anhand von mehreren Figuren detailliert beschrieben. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung, sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in den Figuren. Die Figuren sind vor allem dazu gedacht, die erfindungswesentlichen Prinzipien zu ver-

deutlichen.

[0019] In den Figuren zeigt:

- Fig. 1 ein prinzipielles Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme;
- Fig. 2 ein prinzipielles Detailschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und
- Fig. 3 ein prinzipielles Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Ausführungsformen der Erfindung

[0020] Ein prinzipielles Blockschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme ist in Fig. 1 dargestellt. Die Vorrichtung 100 umfasst eine Verstärkereinrichtung 10 mit einem Eingang E und einem Ausgang A. Eine Flamme 40 mit einem elektrischen Grundwiderstand im $G\Omega$ -Bereich wird elektrisch an den Eingang E der Verstärkereinrichtung 10 geschaltet, wodurch ein elektrischer Spannungsabfall, der einem Flammenionisationsstrom entspricht, generiert wird. Der Ausgang A der Verstärkereinrichtung 10 ist an einen Eingang einer Regelungseinrichtung 20 geführt.

[0021] Die Regelungseinrichtung 20 umfasst eine Rechneinrichtung (nicht dargestellt), beispielsweise in Form eines Mikrocontrollers. Mittels der Regelungseinrichtung 20 wird eine Bypasseinrichtung 30 angesteuert, die eine Empfindlichkeit des Eingangs E der Verstärkereinrichtung 10 derart regelt, dass die Empfindlichkeit des Eingangs E im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom der Flamme 40 möglichst hoch ist. Auf diese Weise kann vorteilhaft ein Ionisationsstrom der Flamme 40, der systembedingt eine große Schwankungsbreite aufweist, mittels der Verstärkereinrichtung 10 im gesamten Betriebsbereich möglichst genau über den genannten elektrischen Spannungsabfall ermittelt werden. Eine "kalte" Flamme 40 hat in der Regel einen niedrigen Ionisationsstrom, wohingegen eine "heisse" Flamme 40 einen sehr großen Ionisationsstrom I_1 aufweist, wobei eine Schwankungsbreite des Ionisationsstroms I_1 zwischen ca. 100nA und ca. 100 μ A liegen kann.

[0022] Fig. 2 zeigt ein prinzipielles Detailschaltbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100. Man erkennt, dass die Verstärkereinrichtung 10 prinzipiell als ein Transistor ausgebildet ist. Der Transistor ist vorzugsweise hochempfindlich und sollte auch noch elektrische Ströme im nA Bereich erfassen können. Zu diesem Zweck kann der Transistor als ein Feldeffekttransistor (FET engl. field-effect transistor) oder als eine Darlingtonschaltung von zwei Bipolartransistoren (nicht dargestellt) ausgebildet sein. Ein in einen Eingangskreis

des Transistors geschalteter Ionisationsstrom-Messwiderstand R1 in der Größenordnung von ca. $2\text{M}\Omega$ ist dazu vorgesehen, eine elektrische Messspannung UM, die eine Größe eines Ionisationsstroms I_1 durch die Flamme 40 repräsentiert, zu generieren.

[0023] Die Flamme 40 ist über eine feuerfeste Elektrode 50 elektrisch über einen Widerstand R3 in der Größenordnung von ca. $0,5\text{M}\Omega$ in einen Eingangskreis der Verstärkereinrichtung 10 geschaltet. Der Widerstand R3 und die Flamme 40 werden vom Ionisationsstrom I_1 durchflossen. Parallel zum Widerstand R1 ist ein in der Größenordnung von ca. $0,22\mu\text{F}$ ausgebildeter Kondensator C1 geschaltet.

[0024] Über die beiden Widerstände R4, die jeweils einen Widerstandswert im Bereich von ca. $40\text{k}\Omega$ aufweisen, wird die gesamte Schaltung mittels einer $230\text{V}/50\text{Hz}$ Wechselspannung versorgt, wodurch der Gleichrichter-effekt der Flamme 40 ausgenutzt und der Ionisationsstrom I_1 durch die Flamme 40 getrieben wird. Denkbar sind auch kleinere Werte der Wechselspannung, wobei eine ausreichende Spannungshöhe zur Generierung des Ionisationsstroms I_1 durch die Flamme 40 vorzusehen ist.

[0025] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass von der Regelungseinrichtung 20 eine Stellgröße in Form eines pulsweitenmodulierten Signals PWM₁ generiert und einem ersten Optokoppler Q1 zugeführt wird, wodurch der Kondensator C1 gemäß einem PWM-Verhältnis des pulsweitenmodulierten Signals PWM₁ zeitweise entladen wird und dadurch eine Glättung der elektrischen Messspannung UM bewirkt. Mittels des Ionisationsstroms I_1 wird danach der Kondensator C1 wieder aufgeladen. Am Widerstand R₁ und am Kondensator C1 fällt auf diese Weise stets eine im Wesentlichen konstante elektrische Spannung UM ab, die vorzugsweise ein konstantes PWM-Verhältnis bzw. einen konstanten Tastgrad in einem Bereich von ca. 2ms bis ca. 3ms aufweisen sollte. Ein optimaler Wert für den genannten Tastgrad wird vorzugsweise vorab ermittelt und in der Rechereinrichtung der Regelungseinrichtung 20 hinterlegt.

[0026] Das erste pulsweitenmodulierte Signal PWM₁ ist derart ausgebildet, dass eine Empfindlichkeit des Transistors möglichst hoch ist, bzw. der Eingang E auf einen möglichst hochempfindlichen Arbeitspunkt geregelt ist. Auf diese Weise kann ein sich ändernder Ionisationsstrom I_1 mittels des ersten pulsweitenmodulierten Signals PWM₁ gewissermaßen kompensiert werden, wobei das pulsweitenmodulierte Signal PWM₁ ein Maß für eine Änderung des Ionisationsstroms I_1 darstellt. Je höher der Ionisationsstrom I_1 wird, desto größer wird die Pulsweite der Stellgröße PWM₁.

[0027] Die Verstärkereinrichtung 10 gibt an einem Ausgang über einen zweiten Optokoppler Q2 ein pulsmoduliertes Signal PWM₂ aus, welches ein Abbild der elektrischen Messspannung UM am Widerstand R1 ist und welches an einen Eingang der Regelungseinrichtung 20 geführt ist. In der Regelungseinrichtung 20 wird vorzugsweise ein Softwareprogramm ausgeführt, wel-

ches die Generierung des ersten pulsweitenmodulierten Signals PWM₁ anhand des vom Ausgang der Verstärkereinrichtung 10 zugeführten pulsweitenmodulierten Signals PWM₂ übernimmt. Im Ergebnis ergibt sich somit vorteilhaft eine einfache technische Ausgestaltung einer geregelten Verstärkerschaltung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms I_1 der Flamme 40.

[0028] Vorteilhaft kann durch einen großen Bereich des Tastgrades des pulsweitenmodulierten Signals PWM₁ in der Größenordnung von ca. 1: 10.000 ein sehr großer Bereich für den Ionisationsstrom I_1 ermittelt werden. Es wird auf diese Weise mittels des pulsweitenmodulierten Signals PWM₁ ein Bypassstrom parallel zum Widerstand R1 erzeugt, der dynamisch auf einen vorgesehenen Arbeitspunkt der Verstärkereinrichtung 10 geregelt wird. Die eigentliche Größe des Ionisationsstroms I_1 ergibt sich aus der Stellgröße der Regelungseinrichtung 20 in Form des pulsweitenmodulierten Signals PWM₁. Die Verstärkereinrichtung 10 kann auf diese Weise vorteilhaft höchst empfindlich ausgelegt werden und kann dank des nahezu beliebig hohen Bypassstroms kaum übersteuert werden bzw. in Sättigung geraten.

[0029] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass ein Tastgrad des zweiten pulsweitenmodulierten Signals PWM₂ am Optokoppler Q2 derart ist, dass im Bezug auf den Eingang der Verstärkereinrichtung eine Änderung des Ionisationsstroms I_1 größtmöglich sichtbar ist. Zu diesem Zweck wird von der Regelungseinrichtung 20 das pulsweitenmodulierte Signal PWM₁ beispielsweise in einem Bereich zwischen ca. 2ms und ca. 4ms geregelt.

[0030] Vorteilhaft kann mittels der Rechereinrichtung in der Regelungseinrichtung 20 ein Softwareprogramm zum Anpassen des Arbeitspunkts der Verstärkereinrichtung 10 leicht abgeändert bzw. an Erfordernisse angepasst werden. Eine Flexibilität und Modifizierbarkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist auf diese Weise vorteilhaft sehr hoch.

[0031] In einer nicht in den Figuren dargestellten Abwandlung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die digitale Regelungseinrichtung 20 auch mittels einer analogen Regelschaltung realisiert werden.

[0032] Ferner ist es in einer nicht in den Figuren dargestellten Abwandlung des erfindungsgemäßen Konzepts auch möglich, das pulsweitenmodulierte Signal PWM₁ in Form von getakteten Sequenzen mit PWM-Pulspaketen zu realisieren.

[0033] Fig. 3 zeigt ein prinzipielles Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0034] In einem ersten Schritt S1 wird die Flamme 40 elektrisch an einen Eingang E der Verstärkereinrichtung 10 geschaltet.

[0035] In einem zweiten Schritt S2 wird eine Stellgröße PWM₁ mittels der Regelungseinrichtung 20 aus einem Ausgangssignal der Verstärkereinrichtung 10 generiert.

[0036] In einem dritten Schritt S3 wird die Stellgröße an die Verstärkereinrichtung 10 derart zugeführt, dass eine Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung

im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom auf einen maximalen Wert geregelt wird.

[0037] In einem vierten Schritt S4 wird der Ionisationsstrom I_1 aus der Stellgröße PWM_1 ermittelt.

[0038] Zusammenfassend werden mit der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren vorgeschlagen, welches eine einfache Ausgestaltung einer Detektionsschaltung für einen Ionisationsstrom einer Flamme realisiert. Dabei wird erfindungsgemäß mittels eines pulswidenmodulierten Signals ein Bypass-Strom parallel zum Ionisationsstrom-Messwiderstand erzeugt, der dynamisch auf einen derartigen Arbeitspunkt geregelt wird, bei dem der nachgeschaltete Verstärker einen konstant niedrigen Wert überträgt. Auf diese Weise kann aus der Stellgröße auf eine Flammengröße geschlossen werden.

[0039] Aufgrund der Tatsache, dass das erste pulswidenmodulierte Signal einen sehr hohen Modulations- bzw. Tastgrad annehmen kann, kann eine Änderung des Ionisationsstroms mittels des ersten pulswidenmodulierten Signals PWM_1 sehr genau abgebildet und damit erfasst werden.

[0040] Mittels des erfindungsgemäßen Konzepts ist es vorteilhaft möglich, eine Spitze in einem zeitlichen Verlauf einer Kohlenmonoxid-Konzentration zu erfassen, die derart unauffällig ist, dass sie nur mit einer Schaltung mit extrem großem Messbereich erfasst werden kann. Die genannte Spitze tritt bei idealer Verbrennung (d.h. bei einem Lambdawert eins) auf und geht in die Ionisationsspannung ein, wodurch sie eine Auswirkung auf den Ionisationsstrom hat.

[0041] Vorteilhaft können mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens Anforderungen an CMS mit einfachen technischen Mitteln erfüllt werden.

[0042] Der Fachmann wird die offenbarten Merkmale abändern oder kombinieren können, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100) zum Ermitteln eines Ionisationsstroms (I_1) einer Flamme (40), aufweisend:

- eine Verstärkereinrichtung (10); und
- eine Regelungseinrichtung (20);
- wobei die Flamme (40) elektrisch an einen Eingang (E) der Verstärkereinrichtung (10) geschaltet ist;
- wobei mittels der Regelungseinrichtung (20) eine Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung (10) im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom (I_1) auf einen maximalen Wert regelbar ist;
- wobei aus einer Stellgröße der Regelungseinrichtung (20) eine Größe des Ionisationsstroms (I_1) ermittelbar ist.

2. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Regelungseinrichtung (20) eine Bypasseinrichtung (30) ansteuerbar ist, wobei der Bypasseinrichtung (30) eine Stellgröße (PWM_1) der Regelungseinrichtung (20) zuführbar ist, mittels der ein Bypassstrom (I_B) zum Ionisationsstrom (I_1) und eine elektrische Eingangsspannung (UM) der Verstärkereinrichtung (10) generierbar sind, wobei die Eingangsspannung (UM) mittels der Stellgröße (PWM_1) auf einen im Wesentlichen konstanten Wert regelbar ist.

3. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypasseinrichtung (30) eine Parallelschaltung mit einem Widerstand (R_1) und einem Widerstand (R_2) aufweist, wobei die Stellgröße (PWM_1) als eine pulswidenmodulierte Spannung ausgebildet ist, wobei die Stellgröße (PWM_1) auf ein im Wesentlichen konstantes PWM-Verhältnis regelbar ist.

4. Vorrichtung (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellgröße (PWM_1) der Bypasseinrichtung (30) mittels eines ersten Optokopplers (Q1) zuführbar ist.

5. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkereinrichtung (10) wenigstens einen Transistor aufweist, wobei die über dem Widerstand (R_1) abfallende elektrische Eingangsspannung (UM) einem Eingang des Transistors zuführbar ist, wobei ein Ausgang des Transistors über einen zweiten Optokoppler (Q2) mit einem Eingang der Regelungseinrichtung (20) verschaltet ist.

6. Vorrichtung (100) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkereinrichtung (10) einen Feldeffekttransistor oder zwei in einer Darlingtonschaltung verschaltete bipolare Transistoren aufweist.

7. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Regelungseinrichtung (20) die Stellgröße (PWM_1) als ein Ionisationssignal verarbeitbar ist.

8. Verfahren zum Ermitteln eines Ionisationsstroms (I_1) einer Flamme (40) mittels einer Verstärkereinrichtung (10) und einer Regelungseinrichtung (20), aufweisend die Schritte:

- Elektrisches Schalten der Flamme (40) an einen Eingang der Verstärkereinrichtung (10);
- Generieren einer Stellgröße (PWM_1) mittels der Regelungseinrichtung (20) aus einem Ausgangssignal der Verstärkereinrichtung (10);
- Zuführen der Stellgröße (PWM_1) an die Ver-

stärkereinrichtung (10) derart, dass eine Eingangsempfindlichkeit der Verstärkereinrichtung (10) im Wesentlichen unabhängig vom Ionisationsstrom (I_1) auf einen maximalen Wert geregelt wird; und

- Ermitteln des Ionisationsstroms (I_1) aus der Stellgröße (PWM_1).

5

9. Verfahren nach Anspruch 8, aufweisend die Schritte:

10

- Ermitteln einer elektrischen Messspannung (UM) an einem Widerstand (R_1) am Eingang der Verstärkereinrichtung (10);

- Ausbilden der Stellgröße (PWM_1) als ein erstes pulsweitenmoduliertes Signal; und

15

- Anlegen der Stellgröße (PWM_1) an den Eingang der Verstärkereinrichtung (10) mit einer Parallelschaltung aus einem Widerstand (R_1) und einem Kondensator (C1) derart, dass die elektrische Eingangsspannung (UM) unabhängig vom Ionisationsstrom (I_1) auf einen im Wesentlichen konstanten Wert geregelt wird.

20

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei ein Ausgangssignal der Verstärkereinrichtung (10) mittels eines zweiten Optokopplers (Q2) an einen Eingang der Regelungseinrichtung (20) geführt wird.

25

11. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wenn es auf einer elektronischen Regelungseinrichtung (20) abläuft oder auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.

30

35

40

45

50

55

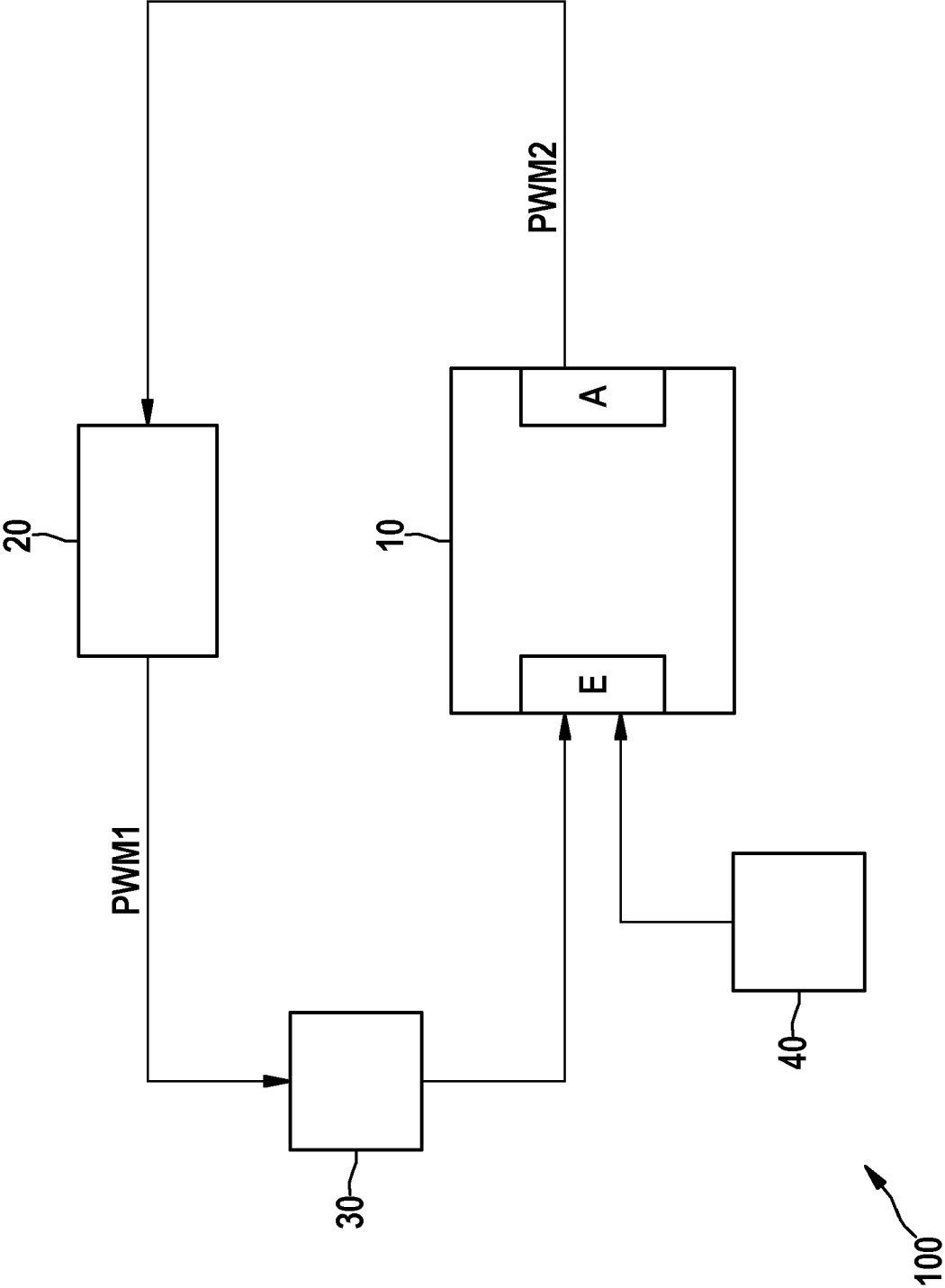


Fig. 1

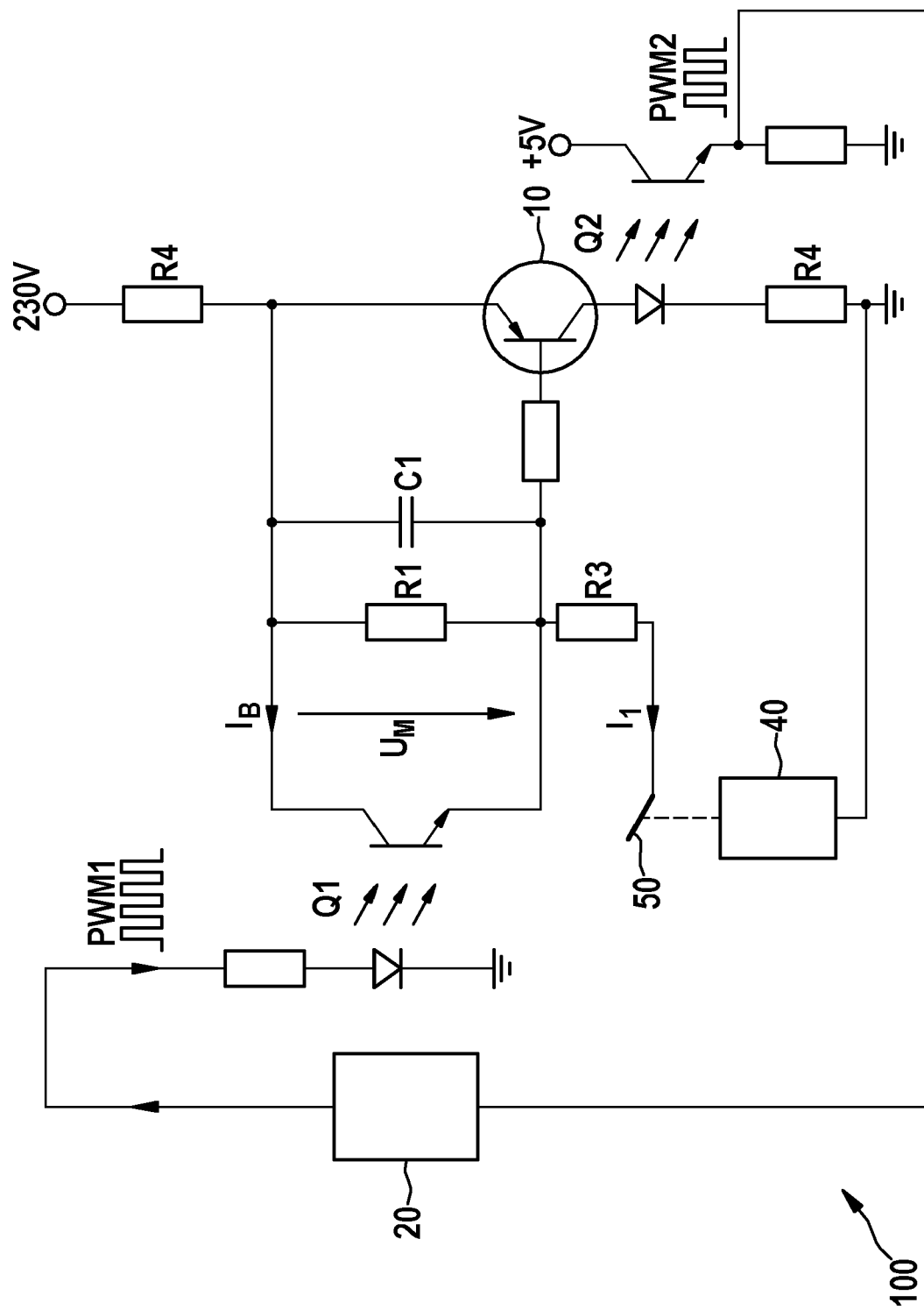


Fig. 2

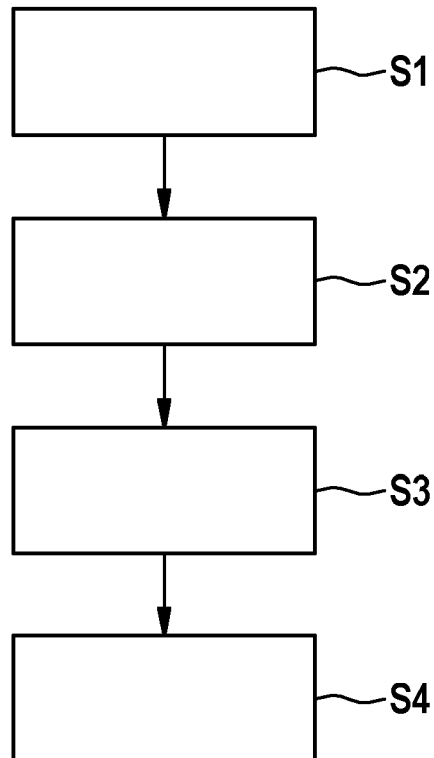


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 18 6971

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	EP 1 300 632 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9. April 2003 (2003-04-09)	1,2,8,11	INV. F23N5/24 F23N5/12
Y	* Absätze [0005], [0012], [0013]; Abbildung 1 *	10	
Y	----- EP 1 154 203 A2 (SIEMENS BUILDING TECH AG [CH] SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]) 14. November 2001 (2001-11-14) * Absatz [0007] *	10	
A	----- GB 1 261 096 A (KROMSCHROEDER AG G [DE]) 19. Januar 1972 (1972-01-19) * Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 115; Abbildung 1 *	1,6,8	
A	----- DE 41 22 636 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14. Januar 1993 (1993-01-14) * Spalte 3, Zeile 61 - Zeile 14; Abbildung 2 *	4,5,10	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23N
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		12. Februar 2015	Harder, Sebastian
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 18 6971

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

12-02-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1300632 A2	09-04-2003	DE 10149383 A1	24-04-2003
		EP 1300632 A2	09-04-2003
		ES 2307694 T3	01-12-2008
EP 1154203 A2	14-11-2001	AT 337525 T	15-09-2006
		DE 10023273 A1	15-11-2001
		EP 1154203 A2	14-11-2001
		JP 4965028 B2	04-07-2012
		JP 2001355840 A	26-12-2001
		US 2002004186 A1	10-01-2002
GB 1261096 A	19-01-1972	CH 492170 A	15-06-1970
		DE 1910830 A1	09-04-1970
		ES 369216 A1	16-05-1971
		FR 2012471 A1	20-03-1970
		GB 1261096 A	19-01-1972
		NL 6910394 A	12-01-1970
DE 4122636 A1	14-01-1993	DE 4122636 A1	14-01-1993
		EP 0525345 A1	03-02-1993

EPO FORM P0461

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

- DE 102010001307 A1 [0003]