

(19)



(11)

EP 2 865 946 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2016 Patentblatt 2016/38

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

F23N 5/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14186971.9**

(22) Anmeldetag: **30.09.2014**

(54) Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme

Device for determining an ionisation flow of a flame

Dispositif de détermination d'un courant d'ionisation d'une flamme

(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**

(30) Priorität: **23.10.2013 DE 102013221511**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.04.2015 Patentblatt 2015/18

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Krieger, Klaus**
73249 Wernau (DE)
• **Birr, Hartmut**
73274 Notzingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 154 203 EP-A2- 1 300 632
DE-A1- 4 122 636 GB-A- 1 261 096

EP 2 865 946 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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.

[0004] EP 1 300 632 A2 offenbart einen Gasbrenner mit einer Flammenüberwachung.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine einfache Vorrichtung zum Ermitteln eines Ionisationsstroms einer Flamme bereit zu stellen.

[0006] Die Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst mit einer Vorrichtung gemäß dem Anspruch 1.

[0007] 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.

[0008] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst mit einem Verfahren gemäß dem Anspruch 6.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0010] Erfindungsgemäß 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.

[0011] 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.

[0012] Erfindungsgemäß zeichnet sich die Vorrichtung dadurch aus, dass die Bypasseinrichtung eine Parallelschaltung mit einem Widerstand und einem Kondensator aufweist, wobei die Stellgröße als eine pulswertenmodulierte Spannung ausgebildet ist, wobei die Stellgröße auf ein im Wesentlichen konstantes PWM-Verhältnis regelbar ist.

[0013] Auf diese Weise kann über eine einfach und kostengünstig zu realisierende Bypassschaltung und ein pulswertenmoduliertes Signal, welches implizit ein großes Pulswertenverhältnis 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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 verdeutlichen.

[0020] 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

[0021] 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.

[0022] 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. 100 nA und ca. 100 μ A liegen kann.

[0023] 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 M Ω ist dazu vorgesehen, eine elektrische Messspannung U_M , die eine Größe eines Ionisationsstroms I_1 durch die Flamme 40 repräsentiert, zu generieren.

[0024] Die Flamme 40 ist über eine feuerfeste Elektrode 50 elektrisch über einen Widerstand R3 in der Größenordnung von ca. 0,5 M Ω 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 μ F ausgebildeter Kondensator C1 geschaltet.

[0025] Über die beiden Widerstände R4, die jeweils einen Widerstandswert im Bereich von ca. 40 k Ω aufweisen, wird die gesamte Schaltung mittels einer 230V/50Hz 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.

[0026] 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 R_1 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 Rechneinrichtung der Regelungseinrichtung 20 hinterlegt.

[0027] Das erste pulswertenmodulierte 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 pulswertenmodulierten Signals PWM₁ gewissermaßen kompensiert werden, wobei das pulswertenmodulierte 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.

[0028] Die Verstärkereinrichtung 10 gibt an einem Ausgang über einen zweiten Optokoppler Q2 ein pulswertenmoduliertes 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, welches die Generierung des ersten pulswertenmodulierten Signals PWM₁ anhand des vom Ausgang der Verstärkereinrichtung 10 zugeführten pulswertenmodulierten 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.

[0029] Vorteilhaft kann durch einen großen Bereich des Tastgrades des pulswertenmodulierten 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 pulswertenmodulierten 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 pulswertenmodulierten 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.

[0030] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass ein Tastgrad des zweiten pulswertenmodulierten 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 pulswertenmodulierte Signal PWM₁ beispielsweise in einem Bereich zwischen ca. 2ms und ca. 4ms geregelt.

[0031] Vorteilhaft kann mittels der Rechneinrichtung 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.

[0032] In einer nicht in den Figuren dargestellten Abwandlung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die digitale Regelungseinrichtung 20 auch mittels einer analogen Regelschaltung realisiert werden.

[0033] Ferner ist es in einer nicht in den Figuren dargestellten Abwandlung des erfindungsgemäßen Konzepts auch möglich, das pulswertenmodulierte Signal PWM₁ in Form von getakteten Sequenzen mit PWM-Pulspaketen zu realisieren.

[0034] Fig. 3 zeigt ein prinzipielles Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0035] In einem ersten Schritt S1 wird die Flamme 40 elektrisch an einen Eingang E der Verstärkereinrichtung 10 geschaltet.

[0036] In einem zweiten Schritt S2 wird eine Stellgröße PWM₁ mittels der Regelungseinrichtung 20 aus einem Ausgangssignal der Verstärkereinrichtung 10 generiert.

[0037] 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.

[0038] In einem vierten Schritt S4 wird der Ionisationsstrom I_1 aus der Stellgröße PWM₁ ermittelt.

[0039] 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 pulswertenmodulierten 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.

[0040] Aufgrund der Tatsache, dass das erste pulswertenmodulierte Signal einen sehr hohen Modulations- bzw. Tastgrad annehmen kann, kann eine Änderung des Ionisationsstroms mittels des ersten pulswertenmodulierten Signals PWM₁ sehr genau abgebildet und damit erfasst werden.

[0041] 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 Io-

nisationsstrom hat.

[0042] Vorteilhaft können mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens Anforderungen an CMS mit einfachen technischen Mitteln erfüllt werden.

[0043] 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) schaltbar 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;

und wobei die Vorrichtung eine Bypasseinrichtung (30) aufweist,

- wobei mittels der Regelungseinrichtung (20) die 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 (U_M) der Verstärkereinrichtung (10) generierbar sind;
- wobei die Eingangsspannung (U_M) mittels der Stellgröße (PWM_1) auf einen im Wesentlichen konstanten Wert regelbar ist

dadurch gekennzeichnet, dass die Bypasseinrichtung (30) eine Parallelschaltung mit einem Widerstand (R1) und einem Kondensator (C1) aufweist, und wobei die Regelungseinrichtung (20) derart eingerichtet ist, dass

- die Stellgröße (PWM_1) als eine pulsweitenmodulierte Spannung ausgebildet ist, wobei die Stellgröße (PWM_1) auf ein im Wesentlichen konstantes PWM-Verhältnis regelbar ist.

2. Vorrichtung (100) nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellgröße (PWM_1) der Bypasseinrichtung (30) mittels ei-

nes ersten Optokopplers (Q1) zuführbar ist.

3. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkereinrichtung (10) wenigstens einen Transistor aufweist, wobei die über dem Widerstand (R1) abfallende elektrische Eingangsspannung (U_M) einem Eingang des Transistors zuführbar ist, wobei ein Ausgang des Transistors über einen zweiten Optokoppler (Q2) mit einem Eingang der Regelungseinrichtung (20) verschaltet ist.

4. Vorrichtung (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstärkereinrichtung (10) einen Feldeffekttransistor oder zwei in einer Darlingtonschaltung verschaltete bipolare Transistoren aufweist.

5. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Regelungseinrichtung (20) die Stellgröße (PWM_1) als ein Ionisationssignal verarbeitbar ist.

6. 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 Verstärkereinrichtung (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);
- Ermitteln einer elektrischen Messspannung (U_M) an einem Widerstand (R1) am Eingang der Verstärkereinrichtung (10);
- Ausbilden der Stellgröße (PWM_1) als ein erstes pulsweitenmoduliertes Signal; und
- Anlegen der Stellgröße (PWM_1) an den Eingang der Verstärkereinrichtung (10) mit einer Parallelschaltung aus einem Widerstand (R1) und einem Kondensator (C1) derart, dass die elektrische Eingangsspannung (U_M) unabhängig vom Ionisationsstrom (I_1) auf einen im Wesentlichen konstanten Wert geregelt wird.

7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei ein Ausgangssignal der Verstärkereinrichtung (10) mittels eines zweiten Optokopplers (Q2) an einen Eingang der Regelungseinrichtung (20) geführt

wird.

8. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 6 bis 7, wenn es auf einer elektronischen Regelungseinrichtung (20) abläuft oder auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert ist.

Claims

1. Apparatus (100) for determining an ionization current (I_1) of a flame (40), comprising:

- an amplifier device (10); and
- a control device (20);
- wherein the flame (40) is electrically connectable to an input (E) of the amplifier device (10);
- wherein, by means of the control device (20), an input sensitivity of the amplifier device (10) is controllable to a maximum value substantially independently of the ionization current (I_1);
- wherein a magnitude of the ionization current (I_1) is determinable from a manipulated variable of the control device (20);

and wherein the apparatus comprises a bypass device (30),

- wherein the bypass device (30) is drivable by means of the control device (20);
- wherein a manipulated variable (PWM_1) of the control device (20) is feedable to the bypass device (30), by means of which manipulated variable a bypass current (I_B) with respect to the ionization current (I_1) and an electrical input voltage (U_M) of the amplifier device (10) are generatable;
- wherein the input voltage (U_M) is controllable to substantially constant value by means of the manipulated variable (PWM_1),

characterized in that the bypass device (30) comprises a manipulated variable or connection comprising a resistor (R1) and a capacitor (C1), and wherein the control device (20) is designed in such a way that

- the manipulated variable (PWM_1) is embodied as a pulse-width-modulated voltage, wherein the manipulated variable (PWM_1) is controllable to a substantially constant PWM ratio.

2. Apparatus (100) according to the preceding claim, **characterized in that** the manipulated variable (PWM_1) is feedable to the bypass device (30) by means of a first optocoupler (Q1).

3. Apparatus (100) according to either of the preceding claims, **characterized in that** the amplifier device (10) comprises at least one transistor, wherein the electrical input voltage (U_M) dropped across the resistor (R1) is feedable to an input of the transistor, wherein an output of the transistor is interconnected with an input of the control device (20) via a second optocoupler (Q2).

4. Apparatus (100) according to Claim 3, **characterized in that** the amplifier device (10) comprises a field effect transistor or two bipolar transistors interconnected as a Darlington pair.

5. Apparatus (100) according to any of Claims 2 to 4, **characterized in that** the manipulated variable (PWM_1) is processable as an ionization signal by means of the control device (20).

6. Method for determining an ionization current (I_1) of a flame (40) by means of an amplifier device (10) and a control device (20), comprising the following steps:

- electrically connecting the flame (40) to an input of the amplifier device (10);
- generating a manipulated variable (PWM_1) by means of the control device (20) from an output signal of the amplifier device (10);
- feeding the manipulated variable (PWM_1) to the amplifier device (10) in such a way that an input sensitivity of the amplifier device (10) is controlled to a maximum value substantially independently of the ionization current (I_1); and
- determining the ionization current (I_1) from the manipulated variable (PWM_1);
- determining an electrical measurement voltage (U_M) at a resistor (R1) at the input of the amplifier device (10);
- forming the manipulated variable (PWM_1) as a first pulse-width-modulated signal; and
- applying the manipulated variable (PWM_1) to the input of the amplifier device (10) with a parallel connection comprising a resistor (R1) and a capacitor (C1) in such a way that the electrical input voltage (U_M) is controlled to a substantially constant value independently of the ionization current (I_1).

7. Method according to the preceding claim, wherein an output signal of the amplifier device (10) is past to an input of the control device (20) by means of a second optocoupler (Q2).

8. Computer program product comprising program code means for carrying out the method according to either of Claims 6 and 7 if it runs on an electronic control device (20) or is stored on a computer-read-

able data carrier.

Revendications

1. Dispositif (100) destiné à déterminer un courant d'ionisation (I_1) d'une flamme (40), comportant :

- un dispositif amplificateur (10) ; et
- un dispositif de régulation (20) ;
- dans lequel la flamme (40) peut être connectée électriquement à une entrée (E) du dispositif amplificateur (10) ;
- dans lequel une sensibilité d'entrée du dispositif amplificateur (10) peut être réglée à une valeur maximale au moyen du dispositif de régulation (20) sensiblement indépendamment du courant d'ionisation (I_1) ;
- dans lequel une grandeur du courant d'ionisation (I_1) peut être déterminée à partir d'une grandeur de réglage du dispositif de régulation (20) ;

et dans lequel le dispositif comporte un dispositif de dérivation (30),

- dans lequel le dispositif de dérivation (30) peut être commandé au moyen du dispositif de régulation (20) ;
- dans lequel une grandeur de réglage (PWM_1) du dispositif de régulation (20) peut être délivrée au dispositif de dérivation (30), au moyen de laquelle un courant de dérivation (I_B) destiné au courant d'ionisation (I_1) et une tension d'entrée électrique (U_M) du dispositif amplificateur (10) peuvent être générés ;
- dans lequel la tension d'entrée (U_M) peut être réglée à une valeur sensiblement constante au moyen de la grandeur de réglage (PWM_1),

caractérisé en ce que le dispositif de dérivation (30) comporte un montage en parallèle ayant une résistance (R1) et un condensateur (C1), et dans lequel le dispositif de régulation (20) est conçu de manière à ce que

- la grandeur de réglage (PWM_1) soit réalisée sous la forme d'une tension modulée en largeur d'impulsion, dans lequel la grandeur de réglage (PWM_1) peut être réglée à un rapport PWM sensiblement constant.

2. Dispositif (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la grandeur de réglage (PWM_1) peut être délivrée au dispositif de dérivation (30) au moyen d'un premier coupleur optique (Q1).
3. Dispositif (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dis-

positif amplificateur (10) comporte au moins un transistor, dans lequel la tension d'entrée électrique (U_M) s'abaissant aux bornes de la résistance (R1) peut être délivrée à une entrée du transistor, dans lequel une sortie du transistor est connectée par l'intermédiaire d'un second coupleur optique (Q2) à une entrée du dispositif de régulation (20).

4. Dispositif (100) selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le dispositif amplificateur (10) comporte un transistor à effet de champ ou deux transistors bipolaires connectés en montage Arlington.

5. Dispositif (100) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** la grandeur de réglage (PWM_1) peut être traitée en tant que signal d'ionisation au moyen du dispositif de régulation (20).

6. Procédé destiné à déterminer un courant d'ionisation (I_1) d'une flamme (40) au moyen d'un dispositif amplificateur (10) et d'un dispositif de régulation (20), comportant les étapes consistant à :

- connecter électriquement la flamme (40) à une entrée du dispositif amplificateur (10) ;
- générer une grandeur de réglage (PWM_1) au moyen du dispositif de régulation (20) à partir d'un signal de sortie du dispositif amplificateur (10) ;
- délivrer la grandeur de réglage (PWM_1) au dispositif amplificateur (10) de manière à ce qu'une sensibilité d'entrée du dispositif amplificateur (10) soit réglée à une valeur maximale sensiblement indépendamment du courant d'ionisation (I_1) ; et
- déterminer le courant d'ionisation (I_1) à partir de la grandeur de réglage (PWM_1) ;
- déterminer une tension de mesure électrique (U_M) aux bornes d'une résistance (R_1) à une entrée du dispositif amplificateur (10) ;
- établir la grandeur de réglage (PWM_1) en tant que premier signal modulé en largeur d'impulsion ; et
- appliquer la grandeur de réglage (PWM_1) à l'entrée du dispositif amplificateur (10) avec un montage en parallèle constitué d'une résistance (R1) et d'un condensateur (C1) de manière à ce que la tension d'entrée électrique (U_M) soit réglée à une valeur sensiblement constante indépendamment du courant d'ionisation (I_1).

7. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel un signal de sortie du dispositif amplificateur (10) est fourni à une entrée du dispositif de régulation (20) au moyen d'un second coupleur optique (Q2).

8. Produit de programme informatique comportant des

moyens à code de programme destinés à mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 7 lorsqu'il est exécuté sur un dispositif de régulation électronique (20) ou est stocké sur un support de données lisible par ordinateur.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

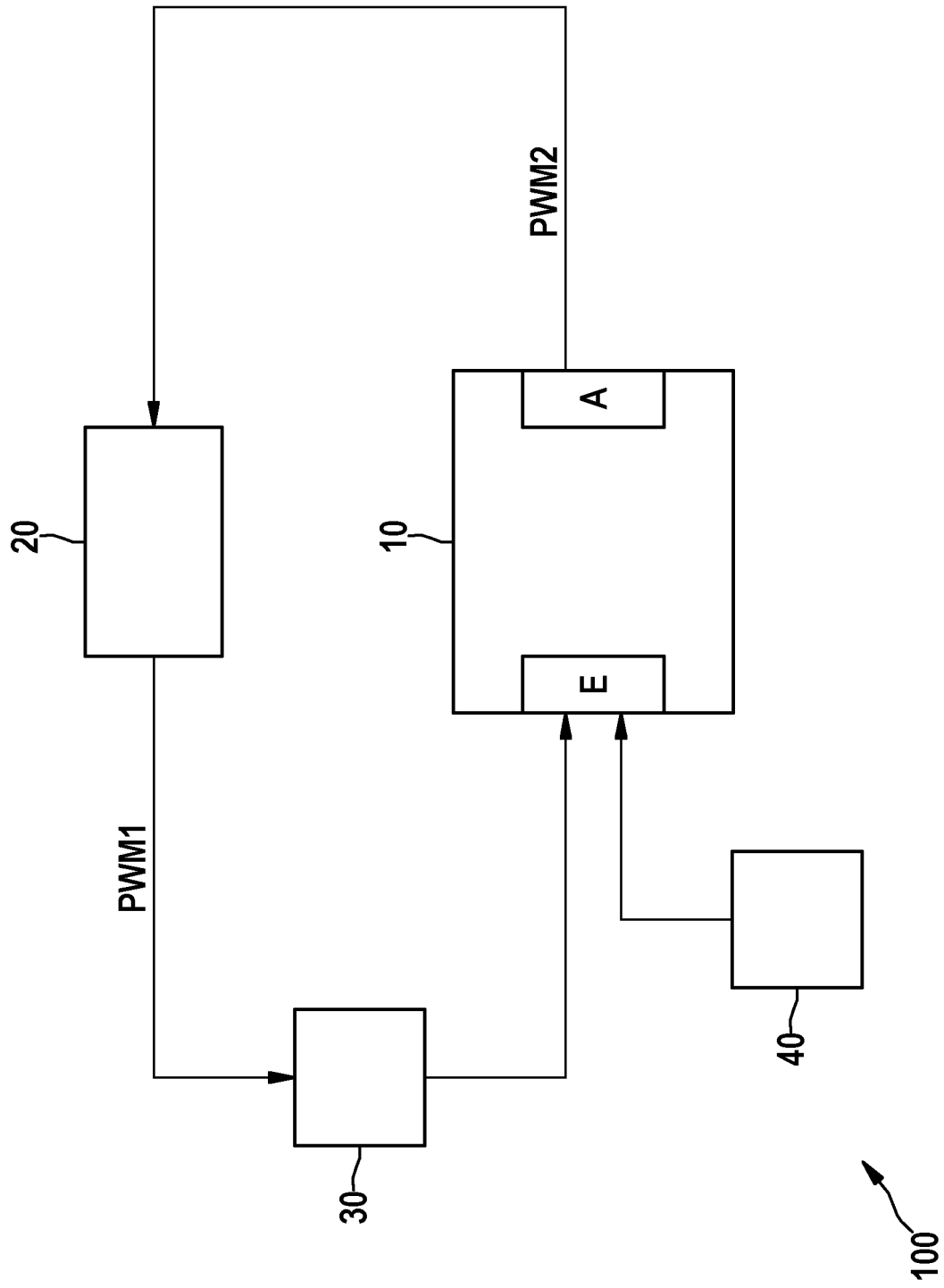


Fig. 1

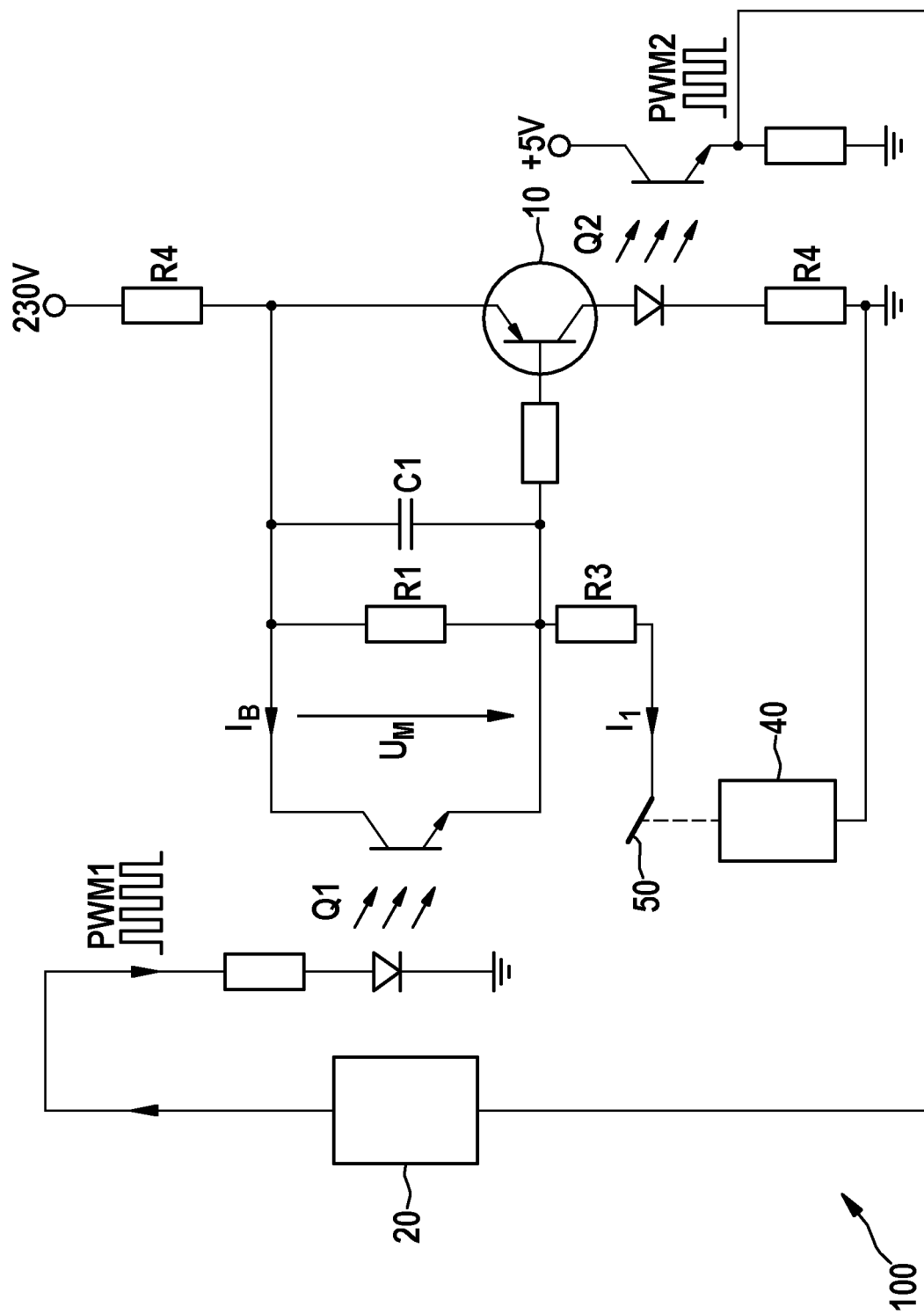


Fig. 2

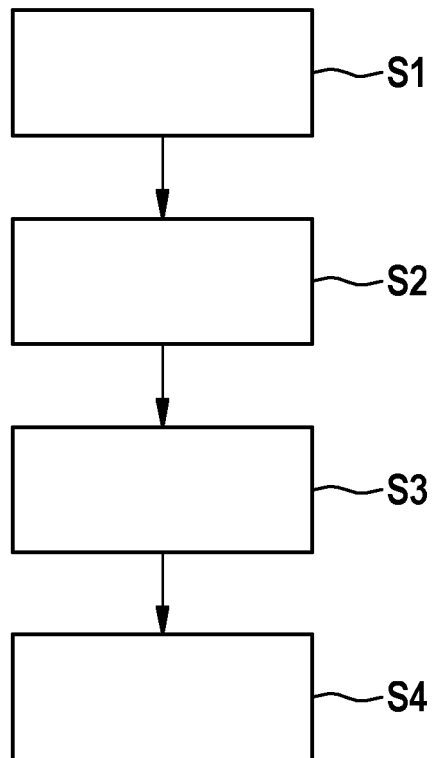


Fig. 3

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]
- EP 1300632 A2 [0004]