

(19)



(11)

EP 3 374 697 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

16.03.2022 Patentblatt 2022/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F23N 5/12 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F23N 5/12; F23N 2229/12

(21) Anmeldenummer: **16794647.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2016/077512

(22) Anmeldetag: **11.11.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2017/081307 (18.05.2017 Gazette 2017/20)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER HEIZEINHEIT SOWIE HEIZEINHEIT UND COMPUTERPROGRAMMPRODUKT ZUR AUSFÜHRUNG DES STEUERVERFAHRENS**

METHOD FOR CONTROLLING A HEATING UNIT, AND HEATING UNIT AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR CARRYING OUT THE CONTROL METHOD

PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE UNITÉ DE CHAUFFAGE, UNITÉ DE CHAUFFAGE ET PRODUIT DE PROGRAMME INFORMATIQUE DESTINÉ À METTRE EN OEUVRE LE PROCÉDÉ DE COMMANDE

(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

• **CLEMENS, Arno**

35108 Allendorf (DE)

• **RIES, Martin**

35066 Frankenberg (DE)

(30) Priorität: **11.11.2015 DE 102015222155**

(74) Vertreter: **MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann**

Patentanwälte PartG mbB

Paul-Heyse-Strasse 29

80336 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

19.09.2018 Patentblatt 2018/38

(73) Patentinhaber: **Viessmann Climate Solutions SE**
35108 Allendorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 495 496 EP-A2- 1 983 264

EP-A2- 2 357 410 DE-B3-102005 024 763

DE-U1- 20 112 299 US-A1- 2011 018 544

(72) Erfinder:

• **HACK, Sebastian**

35037 Marburg (DE)

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).

EP 3 374 697 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Heizeinheit.

[0002] Im Stand der Technik sind mittels Gas oder mittels Öl betriebene Heizeinheiten mit einem entsprechenden Gas- oder Ölbrenner bekannt. Solche Heizeinheiten werden beispielsweise zur Erwärmung von Gebäuden verwendet.

[0003] Zur Überwachung der Brennerflamme wird beispielsweise, neben alternativen bekannten Möglichkeiten, eine so genannte Ionisationssicherung verwendet, bei welcher zwischen einer Ionisationselektrode und einem leitfähigen Teil des Gehäuses eine Wechselspannung anliegt.

[0004] Solange im Brenner eine Brennerflamme brennt, in der ein Brennstoff-Luftgemisch verbrannt wird, fließt über das Plasma zwischen der Ionisationselektrode und dem leitfähigen Teil des Brennergehäuses u. a. ein Gleichstrom.

[0005] Ein relevanter Parameter bei dem Betrieb einer solchen Heizeinheit ist unter anderem das Luft/Brennstoffverhältnis, die so genannte Luftzahl bzw. der Lambdawert λ . Dieser kann beispielsweise durch Variation einer Gebläsedrehzahl oder Regulierung eines Brennstoffventils auf einen gewünschten Wert eingestellt werden.

[0006] Bevorzugte Werte für die Luftzahl λ liegen hierbei im Bereich von 1,15 bis 1,3. Je höher der Lambdawert λ , desto größer der Luftüberschuss.

[0007] Die Überwachung der Luftzahl wird beispielsweise in einem Verfahren, wie es aus der DE 44 33 425 A1 bekannt ist, derart durchgeführt, dass zwischen der Ionisationselektrode und dem leitfähigen Teil des Gehäuses eine Wechselspannung angelegt wird und ein von der Ionisationselektrode abfließender, aufgrund der Gleichrichtereigenschaft der Flamme gleichgerichteter Strom als Ionisationsstrom erfasst wird.

[0008] Mittels einer Regelschaltung wird dann der gemessene Ionisationsstrom mit einem dem eingestellten Sollwert der Luftzahl entsprechendem Sollwert für den Ionisationsstrom verglichen und die Zusammensetzung des Luftbrennstoffgemisches entsprechend nachgeregelt. Weitere Brennersteuerungen sind in der US 2011/0018544 A1, EP 2 495 496 A1, EP 2 357 410 A2, EP 1 983 264 A2 und DE 10 2005 024 763 B1 offenbart.

[0009] Insbesondere haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung festgestellt, dass im hohen Lastbereich der entsprechenden Heizeinheit Probleme bei der Luftzahlbestimmung auftreten und der gemessene Ionisationsstrom nur ungenaue bzw. eine unzuverlässige Bestimmung des Lambdawertes λ ermöglicht.

[0010] Ausgehend von dem zuvor beschriebenen Problem, ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, insbesondere eine Verbesserung der Zuverlässigkeit der Ermittlung des Luft/Brennstoffverhältnisses über den Ionisationsstrom zu erreichen.

[0011] Zur Lösung des zuvor beschriebenen Problems schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren mit den

Merkmale von Anspruch 1 vor.

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen definiert.

[0013] Dieses Verfahren zur Steuerung einer Heizeinheit enthält zumindest die Verfahrensschritte: Anlegen einer Wechselspannung zwischen einer Ionisationselektrode und einem Brennergehäuse mittels einer Spannungsversorgung, und Nachregeln der Leistung der Spannungsversorgung bei Auftreten von parasitären Leckageströmen.

[0014] Die Heizeinheit enthält zumindest einen Brenner mit einem Brennergehäuse, einer dem Brenner zugeordneten Ionisationselektrode, und eine Spannungsversorgung zum Anlegen einer Wechselspannung zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse.

[0015] Es wurde beobachtet, dass der zuvor beschriebene Gleichrichtereffekt der Gasflamme lediglich ein idealisiertes Modell darstellt, welches die Wirklichkeit nur teilweise abbildet.

[0016] Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben beobachtet, dass verwunderlicherweise der Widerstand in der Heizeinheit, insbesondere zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse komplexer Art und nicht lediglich ohmscher Natur ist. Der Widerstand hat einen ohmschen und auch einen kapazitiven Anteil. Es wurde festgestellt, dass die Brennerflamme neben dem ohmschen Anteil eben auch einen Kondensatoreffekt besitzt.

[0017] Somit ist der zu beachtende Widerstand im Ersatzschaltbild der Brennerflamme, welcher die Nachregelung der Ionisationsspannung kompensiert, komplex.

[0018] In der Brennerflamme bildet sich, insbesondere in hohen Lastbereichen ein Schwingkreis zwischen dem ohmschen und kapazitiven Anteil aus, die Ionisationsspannung im Vergleich zum idealisierten Bild reduziert, bzw. die Ionisationsspannung zusammenbrechen lässt.

[0019] Das zuvor beschriebene Problem wird durch die erfindungsgemäße Steuerung des Nachregels der Leistung der Spannungsversorgung bei Auftreten von parasitären Leckageströmen, vermindert, bzw. behoben.

[0020] Der zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse fließende Ionisationsstrom durch die Flamme bei einer bestimmten angelegten Wechselspannung fällt demnach in der Realität tatsächlich niedriger aus, als in dem idealisierten Bild, wenn keine parasitären Leckageströme fließen. Entsprechend kann sich zum Beispiel auch bei gleichbleibender tatsächlicher Luftzahl der an der Ionisationselektrode gemessene Ionisationsstrom, d.h. der Proportionalitätsfaktor zwischen tatsächlicher Luftzahl und dem gemessenen Ionisationsstrom ändern. Insbesondere treten bei der Luftzahlbestimmung im hohen Lastbereich der entsprechenden Heizeinheit Probleme auf, weil der gemessene Ionisationsstrom gerade in diesem Bereich nur eine unzuverlässige Bestimmung des Lambdawertes λ ermöglicht.

[0021] Begrifflich wird eine angelegte Wechselspan-

nung und eine tatsächlich an der Ionisationselektrode anliegende Spannung unterschieden. Die angelegte Wechselspannung entspricht hierbei demjenigen Wert, der an der Spannungsversorgung eingestellt ist bzw. von dieser ausgegeben wird. Die tatsächlich an der Ionisationselektrode anliegende Spannung hingegen ist ein individueller Wert der nicht zwangsläufig dem demjenigen Wert, der an der Spannungsversorgung eingestellt ist, entspricht.

[0022] Durch den komplexen Widerstand bricht die anliegende Spannung ein bzw. zusammen. Damit ist die Ionisationsstrom-Lambda-Charakteristik nicht mehr zum Steuern der Luftzahl brauchbar. Durch nachregeln der Leistung der Spannungsversorgung kann die tatsächlich an der Ionisationselektrode anliegende Spannung auf einen vorgegebenen Wert eingestellt werden.

[0023] Die Höhe solcher parasitären Leakageströme kann beispielsweise in Abhängigkeit des jeweiligen Lastpunkt, bei welchem die Heizeinheit betrieben wird und/oder von der Betriebsdauer und/oder den Umgebungsbedingungen abhängen.

[0024] Wenn, wie die vorliegende Erfindung vorschlägt, die Leistung der Spannungsversorgung nachgeregelt wird, wenn solche parasitären Leakageströme auftreten, ist es möglich, dass der gemessene Ionisationselektrodenstrom durch die Flamme zur zuverlässigen Bestimmung der Luftzahl insbesondere auch bei hohen Lastpunkten (bis hin zum Vollastbetrieb der Heizeinheit) herangezogen werden kann.

[0025] Es ist nicht zwangsweise notwendig, dass eine solche Nachregelung schon bei minimalen Leakageströmen bzw. unmittelbar bei Auftreten von solchen Leakageströmen durchgeführt wird, sondern zumindest in einem Betriebsbereich, in dem Leakageströme auftreten. Vorteilhaft ist es jedoch, dass eine solche Nachregelung schon bei minimalen Leakageströmen bzw. unmittelbar bei Auftreten von solchen Leakageströmen durchgeführt wird.

[0026] Solche Leakageströme können in Abhängigkeit der jeweiligen spezifischen Heizeinheit im gesamten Lastbereich der Heizeinheit auftreten. Die Leistung der Spannungsversorgung wird vorzugsweise in diesen, insbesondere im Wesentlichen lediglich in diesen Bereichen erhöht.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung nach Anspruch 2 kann die Leistung der Spannungsversorgung mit steigenden Lastpunkten der Heizeinheit erhöht werden.

[0028] Insbesondere wurde beobachtet, dass bei hohen Lastpunkten, insbesondere im oberen Lastbereich der Heizung von vorzugsweise oberhalb von 30%, insbesondere oberhalb von 60%, ganz besonders bevorzugt oberhalb von 80%, hohe parasitäre Leakageströme auftreten welches zu einem Spannungsabfall führt, wodurch der durch die Flamme fließende Ionisationsstrom niedriger ist, als im zuvor beschriebenen idealisierten Modell der Abhängigkeit des Ionisationsstroms von der Luftzahl. Deshalb wird die Leistung der Spannungsversorgung mit steigenden Last-

punkten der Heizeinheit erhöht.

[0029] Die Abhängigkeit des Lambda-Werts vom Ionisationsstrom ist deshalb nicht mehr eindeutig und verschiedene Luftzahlen werden durch denselben Ionisationsstrom repräsentiert.

[0030] Mit steigenden Lastpunkten wird demnach die Leistung der Spannungsversorgung erhöht, um die auftretenden parasitären Leakageströme bzw. die parasitären Widerstände zu kompensieren.

[0031] Die Lastpunkte der Heizeinheit werden üblicherweise in % zwischen 0 und 100 angegeben, wobei ein Lastpunkt von 100% ein Vollastbetrieb der Heizeinheit darstellt.

[0032] Erfindungsgemäß wird die tatsächlich an der Ionisationselektrode anliegende Spannung gemessen und mit einem Sollwert verglichen und wenn nötig auf diesen Sollwert eingeregelt.

[0033] Zum Nachregeln der Spannungsversorgung wird hiernach bei im Wesentlichen zumindest kurzzeitig konstanter anliegender Spannung die tatsächlich zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse anliegende Spannung gemessen. Sobald sich diese tatsächliche an der Ionisationselektrode anliegende Spannung kurzzeitig erniedrigt bzw. erhöht, wird davon ausgegangen, dass sich die Heizeinheit in einem solchen Betriebszustand, insbesondere in einem solchen Lastpunkt befindet, in welchem Leakageströme auftreten.

[0034] Mittels der Nachregelung der Leistung der Spannungsversorgung wird die von dieser abgegebenen Spannung (die angelegte Spannung) derart geändert, dass die tatsächlich an der Ionisationselektrode anliegende Spannung wieder dem an der Ionisationselektrode anliegendem Sollwert entspricht, der ursprünglich angelegt war.

[0035] Vorzugsweise wird mit steigenden Lastpunkten die Leistung der Spannungsversorgung hoch geregelt, damit die tatsächlich zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse angelegte Spannung dem Sollwert entspricht, auch wenn in diesem Betriebszustand der Heizeinheit parasitäre Leakageströme auftreten.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 kann das Nachregeln der Leistung der Spannungsversorgung derart durchgeführt werden, dass der detektierte Ionisationsstrom zu jedem Lastpunkt eindeutig einer Luftzahl, in welcher der Brenner betrieben wird, zugeordnet werden kann.

[0037] Durch Leakageströme in dem Brenner ist bei unregelmäßiger Spannungsversorgung und somit vorgegebener angelegter Spannung, welche von der Spannungsversorgung abgegeben wird, eine eindeutige Zuordnung des entsprechenden durch die Flamme fließenden Ionisationsstroms zu dem entsprechenden Luftzahlwert nicht möglich, denn aufgrund des zusätzlichen Leakagestroms fließt tatsächlich ein niedrigerer Ionisationsstrom durch die Flamme, als für die entsprechende Luftzahl erwartet.

[0038] Um die entsprechende charakteristische Ab-

hängigkeit zwischen Luftzahl und Ionisationsstrom erreichen zu können, wie es ohne Leakageströme der Fall wäre, wird hiernach erfindungsgemäß die angelegte Wechselspannung derart geregelt, dass jeweils in jedem Betriebszustand des Brenners, insbesondere zu jedem Lastpunkt durch eine Spannungsänderung eben der durch den Leakagestrom auftretende Spannungsverlust an der Ionisationselektrode im Wesentlichen genau kompensiert wird, so dass der tatsächliche durch die Flamme fließende Strom demjenigen Strom entspricht, der ohne Leakagestrom durch diese fließen würde.

[0039] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 kann die tatsächliche an der Ionisationselektrode anliegende Wechselspannung im gesamten Lastbereich im Wesentlichen konstant gehalten werden.

[0040] Hierzu ist es vorteilhaft, jeweils die tatsächliche an der Ionisationselektrode anliegende Wechselspannung zu messen und im gesamten Lastbereich, von Teillast bis zur Vollast, konstant zu halten. Auch wenn beispielsweise demnach bei höherer Last ein höherer Leakagestrom auftritt, muss dementsprechend an der Spannungsversorgung jeweils eine erhöhte Spannung eingestellt werden, um den Effekt des Leakagestroms zu kompensieren. Die tatsächliche Spannung an der Ionisationselektrode soll jedoch konstant gehalten werden.

[0041] Durch diese konstante tatsächliche Spannung an der Ionisationselektrode entspricht die tatsächliche Ionisationsstromabhängigkeit der Lambda-Zahl des Ionisationsstroms dem Idealisierten Modell und kann demnach besser zugeordnet werden.

[0042] Üblicherweise werden unterschiedliche Heizeinheiten, z. B. bauart-, hersteller- oder betriebsbedingt bei vorgegebenen, zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse angelegten Wechselspannungen betrieben. Insbesondere sind diese unterschiedlichen Heizeinheiten jeweils für sich auf eine bestimmte Maximalspannung ausgelegt, bei welcher die Heizeinheit ohne Gefahr der Beschädigung betrieben werden kann. Vorzugsweise sind solche Maximalspannungswerte zwischen 20 und 200 V, insbesondere zwischen 90 und 150 V, ganz besonders bevorzugt 130 V +/- 10 V gewählt. Die zuvor genannten Werte können jeweils für sich eine obere bzw. untere Grenze definieren. Das heißt die Heizeinheiten werden mit einer solchen Spannung betrieben. Die Wechselspannungen zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse betragen vorzugsweise zwischen 30 und 150 Hz, insbesondere zwischen 40 Hz und 100 Hz, ganz besonders bevorzugt 50 Hz +/- 10 Hz.

[0043] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 kann die Leistung der Spannungsversorgung mit steigendem Lastpunkt erniedrigt werden.

[0044] Diese vorteilhafte Weiterbildung stellt eine Alternative zu der in Anspruch 2 beschriebenen Verfahrensweise bzw. zu der zuvor beschriebenen Verfahrensweise dar, bei welcher die Spannung mit steigendem

Lastpunkt erhöht wird.

[0045] Denn das tatsächliche Verhalten der Leakageströme in den verschiedenen Lastbereichen ist Brennerspezifisch und hängt zum Beispiel von der Brennergeometrie ab.

[0046] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung nach Anspruch 6 kann für jede anliegende Spannung eine entsprechende Ionisationsstrom/Lambda-Wert-Sollwertkurve bekannt sein und anhand der bekannten Ionisationsstrom/Lambda-Wert Sollwertkurve die angelegten Wechselspannungen der Luftzahl bestimmt werden. Wie zuvor beschrieben, besteht bei einer konstanten tatsächlich zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse anliegenden Wechselspannung zwischen dem jeweiligen Ionisationsstrom und dem jeweiligen Lambda-Wert im idealisierten Modell, soweit keine Leakageströme auftreten, eine wohl definierte Abhängigkeit. Insbesondere verhält sich die Änderung des Ionisationsstroms invers zur Änderung der Luftzahl.

[0047] Wenn für jeden anliegenden Spannungswert die entsprechende Abhängigkeit zwischen gemessenem Ionisationsstrom und Lambda-Wert bekannt ist, kann auch bei veränderter an den Ionisationselektroden und dem Brennergehäuse anliegenden tatsächlichen Spannungen jeweils der entsprechende Lambda-Wert bestimmt werden.

[0048] Erfindungsgemäß wird auch eine Heizeinheit nach Anspruch 7 vorgeschlagen.

[0049] Diese Heizeinheit weist zudem eine Regeleinheit auf, welche bei Auftreten von parasitären Leakageströmen Spannungsversorgung nachregelt.

[0050] Diese Regeleinheit ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass diese die zuvor benannte bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens regelt. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Heizeinheit sind in den Ansprüchen 8 und 9 beschrieben.

[0051] Darüber hinaus kann die Regeleinheit jeweils so ausgebildet sein, dass diese die zuvor beschriebenen Verfahrensschritte ausführt.

[0052] Erfindungsgemäß ist eine Messeinrichtung vorgesehen, die den tatsächlich an der Ionisationselektrode anliegende Spannung misst und die gemessenen Werte in der Regeleinheit weitergibt, wobei die Regeleinheit eine Spannungsquelle derart regelt, wie zuvor für das beschriebene Verfahren erläutert.

[0053] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung nach Anspruch 9 kann der Brenner eine zylindrische Oberfläche aufweisen, welche mit einer Belochungsstruktur versehen ist.

[0054] Das Gasluftgemisch strömt somit über zylindrische Oberfläche und durch die Belochungsstruktur.

[0055] Die Belochungsstruktur wird im Bereich der Ionisationselektrode entsprechend gewählt, um eine größtmögliche Konstanz der beschriebenen Zuordnung zu erreichen.

[0056] Die Kombination der Leistungssteuerung der Spannungsversorgung mit der Belochungsstruktur ge-

währleistet eine noch bessere Zuordnung zwischen Ionisationsstrom und Lambda-Wert.

[0057] Gemäß eines weiteren nebengeordneten Aspektes der Erfindung wird ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen mit computerausführbaren Instruktionen zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0058] Dieses Computerprogrammprodukt kann beispielsweise nach Art einer Software innerhalb einer Steuerungs- bzw. Regelungselektronik in der Heizeinheit hinterlegt sein.

[0059] Insbesondere kann mittels des Computerprogrammprodukts jede handelsübliche Heizeinheit ausgerüstet werden, indem die Software aufgespielt wird, soweit die Heizeinrichtung vorrichtungsgemäß bzw. konstruktiv dazu in der Lage ist.

[0060] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden anhand eines nachfolgend erläuterten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Figur 1a eine schematische Ansicht eines Gasbrenners, bei welchem das Gasbrennergehäuse auf positives Potenzial und eine Ionisationselektrode auf negatives Potenzial geschaltet ist,

Figur 1b eine schematische Ansicht desselben Brenners mit umgekehrter Polung,

Figur 1c den Spannungsverlauf über die Zeit und den idealisierte Ionisationsstrom zwischen Brenner und Ionisationselektrode in der Flamme,

Figur 2 ein Ersatzschaltbild eines Brenners einer Heizeinrichtung mit einer Wechselstromspannungsversorgung,

Figur 3a eine Ionisationsstromabhängigkeit vom Lastpunkt der Heizeinrichtung aus dem Stand der Technik, sowie

Figur 3b eine Ionisationsstromabhängigkeit vom Heizlastpunkt mit einer erfindungsgemäßen Regelung,

Figur 4 eine Stromspannungscharakteristikkurve ohne die erfindungsgemäße Regelung sowie eine Stromspannungscharakteristikkurve bei der erfindungsgemäßen Regelung.

[0061] Figur 1a zeigt schematisch einen Brenner 1, welcher Teil einer nicht dargestellten Heizeinheit ist.

[0062] Der Brenner 1 weist ein zylindrisches Brennergehäuse 2 auf mit einer frontseitigen Öffnung 3. Innerhalb des Brennergehäuses 2 und konzentrisch dazu und leicht zu der frontseitigen Öffnung 3 zurückversetzt ist eine Gasdüse 4 angeordnet.

[0063] Von einer Rückseite des Brennergehäuses 2 strömt in das Brennergehäuse 2 Luft und in die Gasdüse 4 Gas ein. In einer vor der Düse und innerhalb des Brennergehäuses angeordneten Mischzone 5 wird das Gas aus der Düse 4 mittels der Luft vermischt.

[0064] Mittels eines nicht dargestellten Zünders wird das Gas-Luft-Gemisch gezündet und es entsteht eine Flamme 6, die sich aus dem Gehäuse durch die frontseitige Öffnung 3 hinauserstreckt. Innerhalb der Flamme ist eine frontseitig vor der Öffnung 3 angeordnete Ionisationselektrode 7 vorgesehen.

[0065] Zwischen der Ionisationselektrode 7 und dem Brennergehäuse 2 liegt eine Wechselspannung (vgl. Figur 1c). Die anliegende Wechselspannung beträgt zwischen 20 und 75 Volt, weitere bevorzugte Werte sind zwischen 20 und 150 V, insbesondere zwischen 30 und 100 V, ganz besonders bevorzugt 130 V gewählt.

[0066] In einer in der Figur 1 nicht dargestellten Variante, weist der Brenner 4 eine zylindrische Oberfläche auf, welche mit einer Belochungsstruktur versehen ist. Das Gasluftgemisch strömt somit über zylindrische Oberfläche und durch die Belochungsstruktur.

[0067] Damit bildet sich ein Flammteppich auf der Oberfläche aus, welcher insbesondere durch die Belochungsstruktur stabilisiert wird. Durch passende Wahl der Belochungsstruktur wird ein konstanterer Verlauf der Ionisationsstromsollwerte für konstante Luftzahl erreicht. Dies ist für den Regelprozeß und auch Aspekte wie Luftzahltreue bei Modulation vorteilhaft.

[0068] Eine Frequenz beträgt von vorzugsweise 50 Hz, weitere bevorzugte Bereiche liegen zwischen 30 und 150 Hz, insbesondere zwischen 40 Hz und 100 Hz, ganz besonders bevorzugt 50 Hz +/- 10 Hz.

[0069] Die Wechselspannung wird von einer Spannungsversorgung 8 erzeugt und entsprechend zwischen der Ionisationselektrode 7 und dem Brennergehäuse 2 angelegt. Vorzugsweise liegt die angelegte Wechselspannung zwischen 20 und 200 V, insbesondere zwischen 90 und 150 V, ganz besonders bevorzugt 130 V +/- 10 V. Die Leistung der Spannungsversorgung kann geregelt werden.

[0070] Die Spannungsversorgung 8 ist vorzugsweise in einer Steuereinheit der Heizeinheit enthalten, welche nicht dargestellt ist. Diese Steuereinheit kann eine Regeleinheit enthalten, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt wird.

[0071] Wie in Abfolge der Figuren 1a und 1b dargestellt, fließt, wenn der Pluspol der Spannungsversorgung 8 auf das Brennergehäuse 2 geschaltet ist und der Minuspol der Spannungsversorgung 8 an die Ionisationselektrode 7 geschaltet ist, ein Strom und im umgekehrten Fall wie in Figur 1b, wenn das Brennergehäuse 2 auf negatives Potenzial und die Ionisationselektrode auf positives Potenzial geschaltet ist, kein Strom, da die Elektroden e- in der Flamme mit den Ionen I⁺ zur Ionisationselektrode 7 strömen und dort die Ionen I⁺ entladen, d. h. neutralisieren.

[0072] Dieses schematische Schaubild zeigt das ide-

alisierte Verhalten der Gleichrichtung.

[0073] Die Ionisationselektrode 7 und der Brenner 2 können beliebige Geometrie aufweisen, jedoch müssen diese beiden zueinander derart angeordnet sein, dass zwischen der Ionisationselektrode 7 und dem Brenner ein Ionisationsstrom durch den Gleichrichtungseffekt der Flamme 6 erzeugt wird.

[0074] Alternativ zum Gasbrenner kann beispielsweise auch ein Ölbrenner oder ein Brenner für einen weiteren Kraftstoff Verwendung finden.

[0075] Figur 1c zeigt entsprechend den idealisierten Stromfluss im Vergleich zur angelegten Spannung über die Zeit. Wie aus dieser Figur ersichtlich, hat die Flamme 6 ein Gleichrichtungseffekt.

[0076] Bei realen Heizeinheiten hat sich verwunderlicherweise gezeigt, dass der Widerstand in der Heizeinheit, insbesondere zwischen der Ionisationselektrode und dem Brennergehäuse komplexer Art und nicht lediglich ohmscher Natur ist. Hierdurch ergeben sich parasitäre Widerstände, die zusätzlich zu dem Ionisationsstrom durch die Brennflamme für einen weiteren parasitären Stromfluss verantwortlich sind.

[0077] Ein entsprechendes Ersatzschaltbild eines realen Brenners 1 ist beispielsweise in Figur 2 dargestellt, wobei dieser auch eine Messschaltung 9 aufweist, mittels welcher wie später beschrieben die tatsächlich zwischen der Ionisationselektrode 7 und dem Brennergehäuse 2 anliegende Spannung gemessen wird und hierüber die Spannungsversorgung 8 entsprechend nachjustiert wird.

[0078] Die Spannungsversorgung 8 ist in Figur 2 schematisch links dargestellt und weist einen Widerstand R_{innen} auf.

[0079] Ein Ersatzschaltbild des Brenners 6 ist in Figur 2 rechts wiedergegeben. Die idealisierte Flamme 6 selbst, mit dem Gleichrichtungseffekt, wird durch die Diode D sowie durch den Flammenwiderstand R_{Flamme} gebildet. Parallel dazu geschaltet ist in der Figur ein parasitärer Widerstand Z_{Flamme} gezeigt, welcher für einen parasitären Stromfluss in Abhängigkeit der Betriebsparameter, wie z. B. Last, Lambda-Wert und Gasart verantwortlich ist.

[0080] Der parasitäre Widerstand Z_{Flamme} ist komplexer Art und demnach auch als eine Art Scheinwiderstand mit dem üblichen Bezugszeichen Z, wie es bei Spulen verwendet wird, versehen. Der Widerstand hat einen ohmschen und auch einen kapazitiven Anteil. Es wurde festgestellt, dass die Brennerflamme neben dem ohmschen Anteil eben auch einen Kondensatoreffekt besitzt.

[0081] In der Brennerflamme bildet sich, insbesondere in hohen Lastbereichen ein Schwingkreis zwischen dem ohmschen und kapazitiven Anteil aus, die Ionisationsspannung im Vergleich zum idealisierten Bild reduziert, bzw. die Ionisationsspannung zusammenbrechen lässt.

[0082] Der mit Bezugszeichen 10 versehene Pfeil in Figur 2 zeigt schematisch, dass die Spannungsversorgung 8 in dem erfindungsgemäßen Verfahren anhand der tatsächlich gemessenen Spannung der Ionisations-

elektrode 7 geregelt wird.

[0083] Figuren 3a zeigt eine Ionisationsstromabhängigkeit vom Lastpunkt für verschiedene Lambda-Werte ohne die erfindungsgemäße Regelung, d. h. Leistungsstabilisierung und Figur 3b zeigt eine Ionisationsstromabhängigkeit vom Lastpunkt für verschiedene Lambda-Werte mit der erfindungsgemäßen Regelung, d. h. Leistungsstabilisierung.

[0084] Die Linien in Figuren 3a und 3b entsprechen von oben angefangen den in den entsprechenden Figuren rechts dargestellten Lambda-Werten von 1,04, 1,14, 1,24, 1,34, 1,54, d.h. dass der Luftüberschuss in den Graphen von oben nach unten zunimmt.

[0085] Wie beispielsweise Figur 3a bei einem niedrigen Lastpunkt von 10% zu erkennen, erhöht sich der gemessene Ionisationsstrom mit steigendem Lambda im Wesentlichen invers dazu (vertikaler Schnitt bei 10% Lastpunkt). Die Änderung des Ionisationsstroms ist invers proportional zur Änderung der Luftzahl.

[0086] Die auf der Y-Achse eingetragenen Werte sind Stromwerte (Stromstärke in μA). Je niedriger der entsprechende Lambda-Wert, desto höher der jeweils gemessene Ionisationsstrom.)

[0087] Für den Lambda-Wert von 1,34 (4. Linie von oben in Figur 3a) soll nachfolgend der gemessene Ionisationsstrom bei vorgegebener voreingestellter Spannung an der Spannungsversorgung 8 beschrieben werden.

[0088] Wenn der Lastpunkt von ca. 10% auf ca. 40% erhöht wird, steigt der gemessene Ionisationsstrom.

[0089] Bei weiterer Erhöhung des Lastpunktes hingegen fällt der Ionisationsstrom erst zwischen ca. 50% und ca. 75% stark ab. Dieser Abfall des gemessenen Ionisationsstroms zwischen Ionisationselektrode 7 und Brennergehäuse 2 ist dadurch verursacht, dass ein parasitärer Stromfluss auftritt. Hierdurch fällt die tatsächlich zwischen der Ionisationselektrode 7 und Brenner 1 anliegende Spannung ab und der Ionisationsstrom in der Flamme erniedrigt sich entsprechend.

[0090] Wie in Figur 3a zu sehen, schneiden sich bei dem 75% Lastpunkt die beiden Kurven und für den Lambda-Wert von 1,14 und 1,04 (vgl. die oberen beiden Linien in Figur 3a; 2. Punkt von rechts auf den jeweiligen Graphen in Figur 3): Obwohl unterschiedliche Lambdawerte vorliegen, wird derselbe Ionisationsstrom gemessen.

[0091] Demnach kann nicht mehr über den Ionisationsstrom auf die entsprechende Luftzahl bzw. den Lambdawert rückgeschlossen werden.

[0092] Der in Figur 3a dargestellte schraffierte Bereich (Bereich ohne Sensitivität) von 50% bis 100% und zwischen den Linien für eine Luftzahl von 1,04 und 1,14 weist demnach keine Luftzahlsensitivität aus.

[0093] D. h. der Ionisationsstrom kann in diesem Lastbereich nicht zur Bestimmung der Luftzahl herangezogen werden. Solche Lastbereiche können folgende sein: oberhalb von 30%, vorzugsweise oberhalb von 50%, insbesondere oberhalb von 70% jedoch unterhalb von 100%. Die beschriebenen Werte können jeweils für sich

eine obere und untere Grenze sein.

[0094] In Figur 3a sind drei unterschiedliche Bereiche dargestellt. Bis zu einem Lastpunkt von 10% steigt der Strom (zumindest für Lambda Werte von 1,34 und mehr) stark an. Dieser Bereich ist als Bereich ungünstiger Sensitivität bezeichnet, weil eine Messung dort mit starken Fehlern behaftet sein kann. Neben diesem Bereich und dem zuvor beschriebenen Bereich ohne Sensitivität weist insbesondere die Kennlinie für Lambda 1,34 im Bereich des Scheitelpunkts einen ungünstigen Kennlinienverlauf auf.

[0095] Figur 3b hingegen zeigt dieselbe Abhängigkeit für die entsprechenden sieben Lambda-Werte mit der erfindungsgemäßen Regelung. Soweit nämlich die tatsächliche an der Ionisationselektrode 7 angemessene Spannung gemessen wird und diese in Abhängigkeit des Lastpunktes beispielsweise konstant gehalten wird, überschneiden sich für die entsprechenden Lambda-Werte die Linien der Ionisationsstromabhängigkeit vom Lastpunkt nicht mehr.

[0096] So wird beispielsweise, sobald ein parasitärer Widerstand bzw. Leckagestrom auftritt, die Leistung der Spannungsversorgung 8 hochgeregelt wird.

[0097] So kann auch für niedrige Lambda-Werte von unterhalb von 1,14, eindeutig die Luftzahl bestimmt werden. Denn die entsprechenden Linien in Figur 3b schneiden sich nicht. Die entsprechenden Graphen für die einzelnen Lambda-Werte in Figur 3b steigen allesamt leicht an. Lediglich der Graph für den Lambdawert 1,3 fällt zwischen ca. 50% und 70% des Lastpunktes leicht ab. Dennoch kommt es zu keiner Überschneidung bzw. Berührung der einzelnen Graphen.

[0098] Insbesondere liegt dies daran, dass der entsprechende tatsächlich an der Ionisationselektrode 7 anliegende Spannungswert eingeregelt wird.

[0099] Figur 4 zeigt einen Vergleich einer Abhängigkeit der angelegten Spannung (an der Spannungsversorgung eingestellten Spannung) von dem Ionisationsstrom.

[0100] Bei der mit a bezeichneten Linie ist die angelegte Spannung immer konstant auch wenn sich aufgrund der Leckageströme bei gleichem Lastpunkt der Ionisationsstrom erniedrigt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren (vgl. Linie b in Figur 4) wird bei einem sich aufgrund von auftretenden Leckageströmen erniedrigenden Ionisationsstrom die von der Spannungsquelle abgegebene Spannung erhöht, sodass dann zwischen der Ionisationselektrode 7 und dem Brenner eine konstante tatsächliche Spannung anliegt.

Bezugszeichenliste

[0101]

- | | |
|---|----------------|
| 1 | Brenner |
| 2 | Brennergehäuse |
| 3 | Öffnung |
| 4 | Gasdüse |

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 5 | Mischzone |
| 6 | Flamme |
| 7 | Ionisationselektrode |
| 8 | Spannungsversorgung |
| 9 | Messschaltung |
| 10 | Regelung |
| D | Diode |
| R _{Flamme} | Widerstand |
| Z _{Flamme} | Leckagewiderstand |

Patentansprüche

- | | |
|----|---|
| 15 | 1. Verfahren zur Steuerung einer Heizeinheit, mit einem Brenner (1) mit einem Brennergehäuse (2), einem dem Brenner (1) zugeordneten Ionisationselektrode (7), und einer Spannungsversorgung (8) zum Anlegen einer Wechselspannung zwischen der Ionisationselektrode (7) und dem Brennergehäuse (2), |
| 20 | enthaltend die Verfahrensschritte
Anlegen einer Wechselspannung zwischen der Ionisationselektrode (7) und dem Brennergehäuse (2) mittels der Spannungsversorgung (8), |
| 25 | gekennzeichnet durch Nachregeln der Leistung der Spannungsversorgung |
| 30 | (8) bei Auftreten von parasitären Leckageströmen durch eine Regeleinheit, wobei eine tatsächlich an der Ionisationselektrode (7) anliegende Spannung gemessen wird, mit einem Sollwert verglichen und wenn nötig auf den Sollwert eingeregelt wird. |
| 35 | 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung der Spannungsversorgung (8) mit steigenden Lastpunkten der Gasheizeinheit erhöht wird. |
| 40 | 3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Nachregeln der Leistung der Spannungsversorgung (8) derart durchgeführt wird, dass der detektierte Ionisationsstrom für jeden Lastpunkt eindeutig einer Luftzahl, mit welcher der Brenner (1) betrieben wird, zugeordnet werden kann. |
| 45 | 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die tatsächliche an der Ionisationselektrode (7) anliegende Wechselspannung im gesamten Lastbereich im Wesentlichen konstant gehalten wird. |
| 50 | 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung der Spannungsversorgung (8) mit steigendem Lastpunkt erniedrigt wird. |
| 55 | 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, |

dadurch gekennzeichnet, dass für jede angelegte Wechselspannung eine Ionisationsstrom Sollwertkurve bekannt ist und anhand der bekannten Ionisationsstrom Sollwertkurve und der angelegten Wechselspannung die Luftzahl bestimmt wird.

7. Heizeinheit mit einem Brenner (1) mit einem Brennergehäuse (2), einer dem Brenner (1) zugeordneten Ionisationselektrode (7), und einer Spannungsversorgung (8) zum Anlegen einer Wechselspannung zwischen der Ionisationselektrode (7) und dem Brennergehäuse (2),
gekennzeichnet durch
eine Regeleinheit welche bei Auftreten von parasitären Leakageströmen eine Spannungsversorgung (8) nachregelt, wobei die Regeleinheit derart ausgebildet ist, dass diese eine Messeinheit aufweist mittels der die tatsächlich an der Ionisationselektrode (7) anliegende Spannung gemessen wird, und die Regeleinheit die tatsächlich an der Ionisationselektrode (7) anliegende Spannung mit einem Sollwert vergleicht und wenn nötig auf den Sollwert eingeregelt.
8. Heizeinheit nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinheit derart ausgebildet ist, dass die Leistung der Spannungsversorgung (8) mit steigenden Lastpunkten der Gasheizeinheit erhöht oder erniedrigt wird.
9. Heizeinheit nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner eine zylindrische Oberfläche aufweist, welcher mit einer Belochungsstruktur versehen ist.
10. Computerprogrammprodukt mit computerausführbaren Instruktionen zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

Claims

1. A method for controlling a heating unit comprising a burner (1) with a burner housing (2), an ionization electrode (7) associated with said burner (1), and a voltage supply (8) for applying an AC voltage between said ionization electrode (7) and said burner housing (2),
said method comprising the steps of:

applying an AC voltage between said ionization electrode (7) and said burner housing (2) by means of said voltage supply (8),
characterized by
readjusting the output of said voltage supply (8) in the event of parasitic leakage currents by means of a closed-loop control unit,
wherein a voltage actually applied to said ionization electrode (7) is measured, is compared to a target value and, if necessary, is adjusted to the target value.

zation electrode (7) is measured, is compared to a target value and, if necessary, is adjusted to the target value.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the output of said voltage supply (8) is increased with increasing load points of the gas heating unit.
3. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the readjusting of the output of said voltage supply (8) is carried out in such a way that the detected ionization current for each load point can clearly be associated with an air ratio at which said burner (1) is operated.
4. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the AC voltage actually applied to said ionization electrode (7) is kept substantially constant throughout the load range.
5. The method according to claim 1, **characterized in that** the output of said voltage supply (8) is decreased with increasing load point.
6. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** an ionization current target value curve is known for each applied AC voltage and the air ratio is determined on the basis of the known ionization current target value curve and the applied AC voltage.
7. A heating unit, comprising a burner (1) with a burner housing (2), an ionization electrode (7) associated with said burner (1), and a voltage supply (8) for applying an AC voltage between said ionization electrode (7) and said burner housing (2),
characterized by
a closed-loop control unit which readjusts a voltage supply (8) in the event of parasitic leakage currents, wherein the closed-loop control unit is configured in such a way that it comprises a measuring unit by means of which the voltage actually applied to said ionization electrode (7) is measured, and the closed-loop control unit compares the voltage actually applied to said ionization electrode (7) with a target value and, if necessary, adjusts it to the target value.
8. The heating unit according to claim 7, **characterized in that** the closed-loop control unit is configured in such a way that the output of said voltage supply (8) is increased or decreased with increasing load points of the gas heating unit.
9. The heating unit according to claim 7 or 8, **characterized in that** the burner has a cylindrical surface provided with a perforation structure.
10. A computer program product including computer-ex-

ecutable instructions for executing the method according to one of claims 1 to 6.

Revendications

1. Procédé pour commander une unité de chauffage, avec un brûleur (1) avec un boîtier de brûleur (2), une électrode d'ionisation (7) associée au brûleur (1), et une alimentation en tension (8) pour appliquer une tension alternative entre l'électrode d'ionisation (7) et le boîtier de brûleur (2),

contenant les étapes de procédé d'application d'une tension alternative entre l'électrode d'ionisation (7) et le boîtier de brûleur (2) au moyen de l'alimentation en tension (8), **caractérisé par** le réajustement de la puissance de l'alimentation en tension (8) à l'apparition de courants de fuite parasites par une unité de régulation, dans lequel une tension s'appliquant effectivement à l'électrode d'ionisation (7) est mesurée, comparée à une valeur de consigne et si nécessaire réglée à la valeur de consigne.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la puissance de l'alimentation en tension (8) est augmentée à mesure qu'augmentent les points de charge de l'unité de chauffage au gaz.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le réajustement de la puissance de l'alimentation en tension (8) est mis en œuvre de telle sorte que le courant d'ionisation détecté pour chaque point de charge peut être associé sans ambiguïté à un facteur d'air avec lequel le brûleur (1) fonctionne.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tension alternative effective s'appliquant à l'électrode d'ionisation (7) est maintenue sensiblement constante dans toute la plage de charge.

5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la puissance de l'alimentation en tension (8) est abaissée à mesure que le point de charge augmente.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour chaque tension alternative appliquée une courbe de valeur de consigne de courant d'ionisation est connue et le coefficient d'air est déterminé sur la base de la courbe de valeur de consigne de courant d'ionisation connue et de la tension alternative appliquée.

7. Unité de chauffage avec un brûleur (1) avec un boîtier de brûleur (2), une électrode d'ionisation (7) as-

sociée au brûleur (1), et une alimentation en tension (8) pour appliquer une tension alternative entre l'électrode d'ionisation (7) et le boîtier de brûleur (2), **caractérisée par**

une unité de régulation laquelle, à l'apparition de courants de fuite parasites, réajuste une alimentation en tension (8), dans laquelle l'unité de régulation est réalisée de telle sorte que celle-ci présente une unité de mesure au moyen de laquelle la tension s'appliquant effectivement à l'électrode d'ionisation (7) est mesurée, et l'unité de régulation compare la tension s'appliquant effectivement à l'électrode d'ionisation (7) à une valeur de consigne et si nécessaire la règle à la valeur de consigne.

8. Unité de chauffage selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** l'unité de régulation est réalisée de telle sorte que la puissance de l'alimentation en tension (8) est augmentée ou abaissée à mesure que les points de charge de l'unité de chauffage au gaz augmentent.

9. Unité de chauffage selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, **caractérisée en ce que** le brûleur présente une surface cylindrique, laquelle est pourvue d'une structure à trous.

10. Produit-programme informatique avec des instructions pouvant être exécutées par ordinateur pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

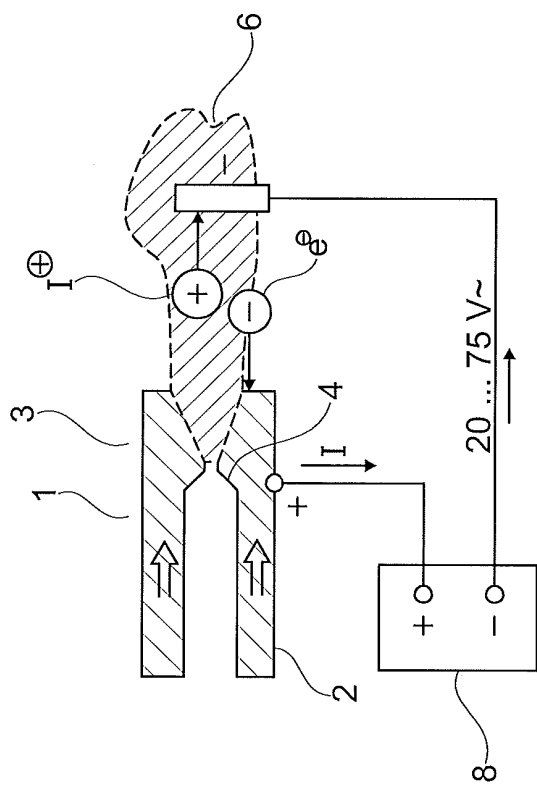


Fig. 1a

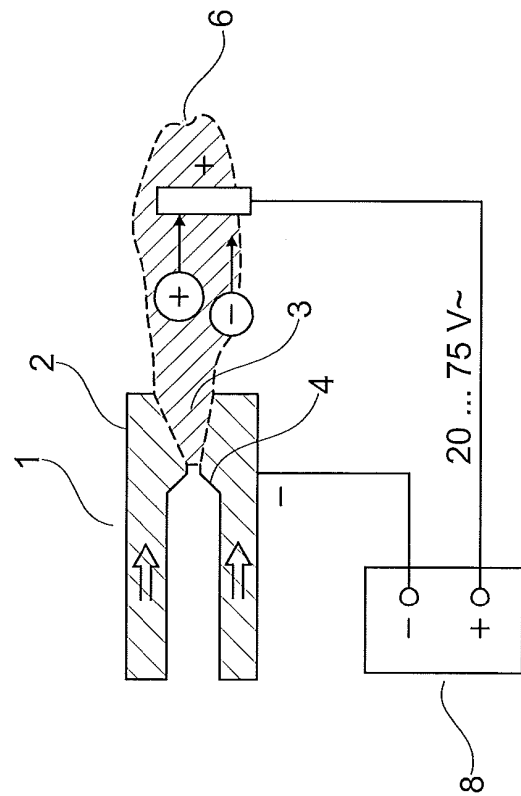


Fig. 1b

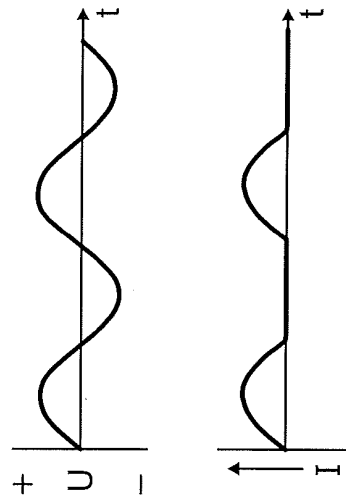


Fig. 1c

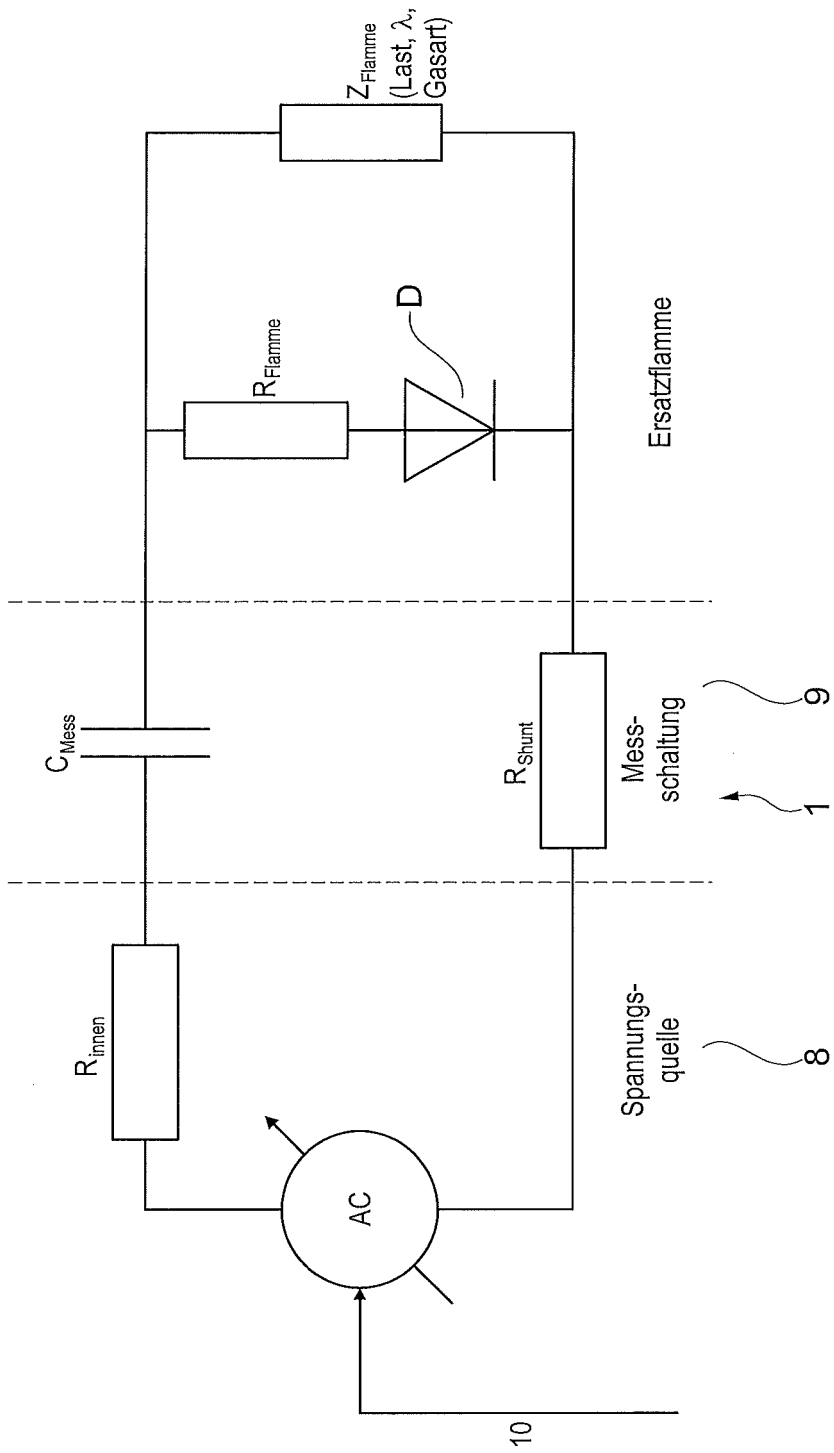


Fig. 2

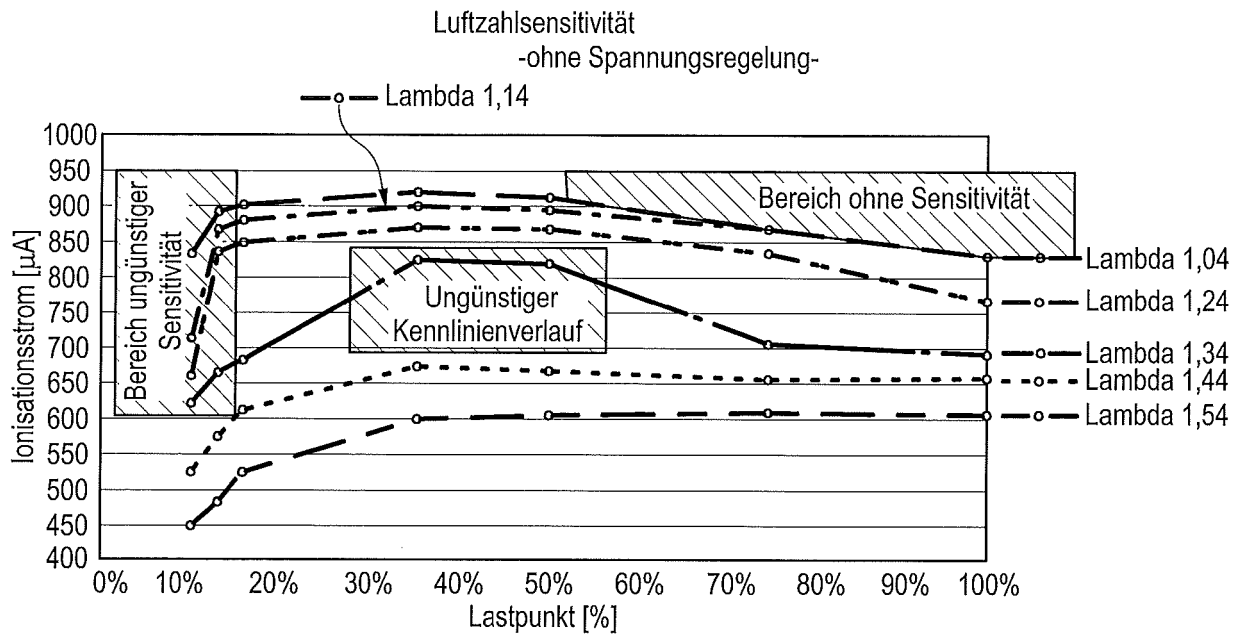


Fig. 3a

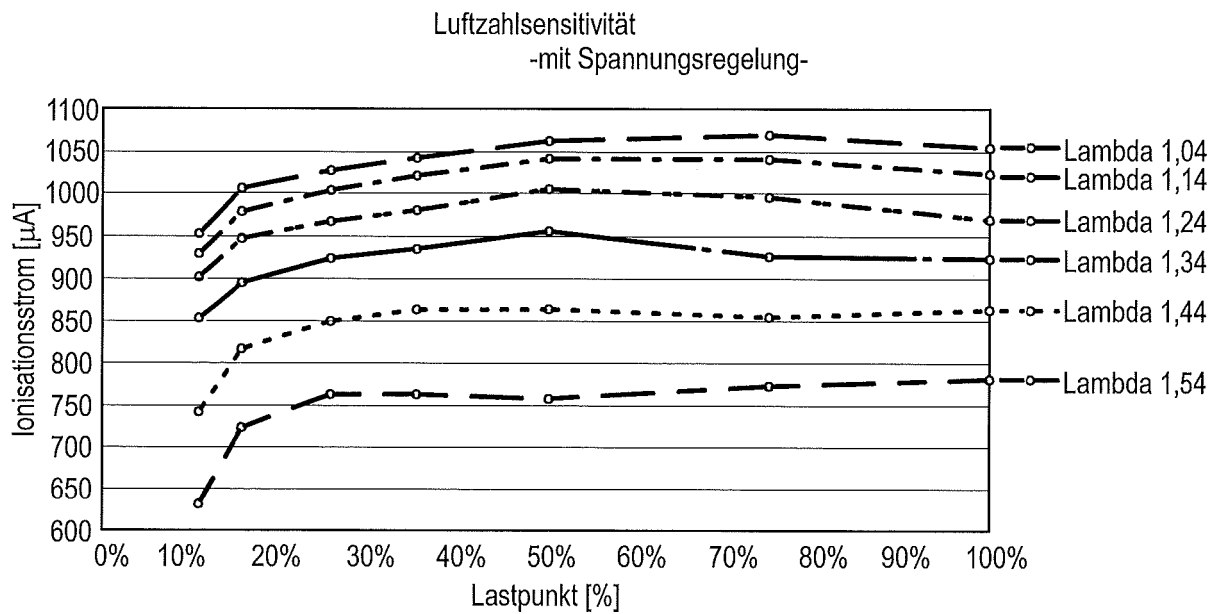


Fig. 3b

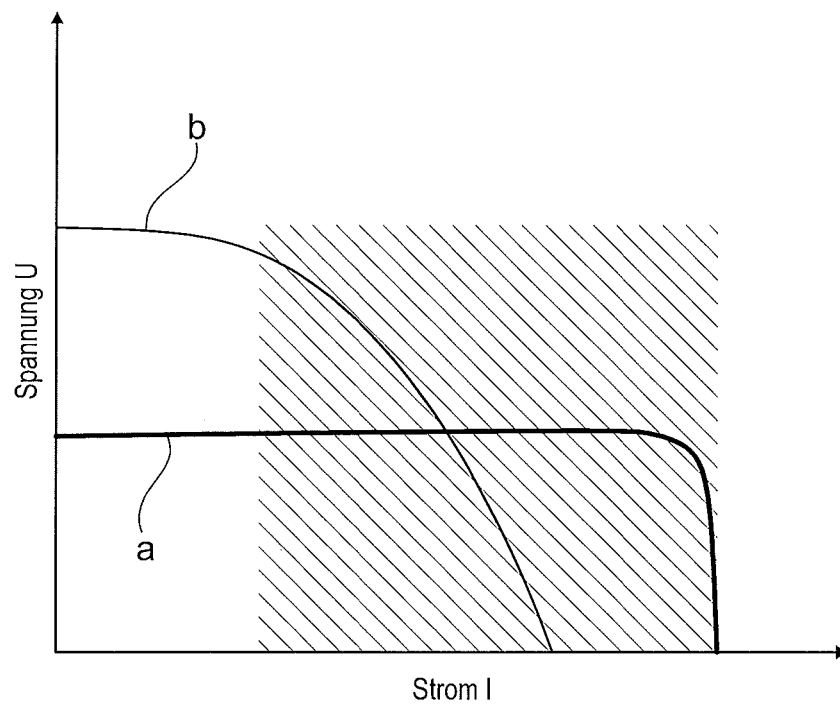


Fig. 4

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 4433425 A1 [0007]
- US 20110018544 A1 [0008]
- EP 2495496 A1 [0008]
- EP 2357410 A2 [0008]
- EP 1983264 A2 [0008]
- DE 102005024763 B1 [0008]