

(19)



(11)

EP 1 811 230 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.01.2016 Patentblatt 2016/01

(51) Int Cl.:
F23D 14/60 ^(2006.01) **F23N 5/12** ^(2006.01)
F23N 1/02 ^(2006.01) **F23N 5/14** ^(2006.01)
F23N 5/24 ^(2006.01) **F23D 14/72** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07000643.2**

(22) Anmeldetag: **13.01.2007**

(54) **Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners**

Method for controlling the air-fuel ratio of a fuel operated burner

Procédé de contrôle du rapport air-combustible d'un brûleur à combustible

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **19.01.2006 DE 102006002857**
06.04.2006 AT 5902006
10.08.2006 DE 102006037475

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.07.2007 Patentblatt 2007/30

(73) Patentinhaber: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid (DE)

(72) Erfinder:
• **Lehminger, Stefan**
51067 Köln (DE)

• **Manz, Dietmar**
51709 Marienheide (DE)
• **Tomczak, Heinz-Jörg**
42855 Remscheid (DE)

(74) Vertreter: **Hocker, Thomas**
Vaillant GmbH
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 235 464 EP-A2- 0 770 824
EP-A2- 1 253 376 DE-C1- 4 437 510
GB-A- 2 270 748

EP 1 811 230 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 bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners.

[0002] Die Flamme eines brennstoffbetriebenen Brenners wird zumeist mittels Messung eines Ionisationsstroms in der Flamme erfasst. Hierbei wird die Tatsache ausgenutzt, dass die Ionen in einer Flamme einen elektrischen Leiter darstellen. Beim Vorhandensein einer Flamme kann somit zwischen zwei Elektroden ein Stromfluss gemessen werden. Zum Erkennen einer Flamme müssen sich die Elektroden im Wirkungsbereich der Flamme befinden.

[0003] Moderne Heizungsanlagen verfügen über große Modulationsbandbreiten. Dementsprechend sitzen die Flammen bei kleinen Leistungen direkt auf dem Brenner auf; eine Erfassung mittels Ionisationselektrode ist problematisch. Bei großen Leistungen heben die Flammen von der Brenneroberfläche ab; eine andere Position der Ionisationselektrode als bei kleinen Leistungen ist wünschenswert.

[0004] Bei der Verwendung moderner Porenbrenner brennt die Flamme nicht oberhalb der Brenneroberfläche, sondern im porösen Brennermaterial selbst. Eine Flammendetektierung und -Überwachung über eine herkömmliche Ionisationselektrode ist daher nicht möglich.

[0005] Infrarot-Sensoren eignen sich insbesondere zur Flammenerkennung bei Gelbbrennern (Ölfeuerung), bieten jedoch für eine Regelung des Brennstoff-Luft-Verhältnisses kein ausreichend reproduzierbares Signal.

[0006] Um eine vollständige und schadstoffarme Verbrennung zu garantieren, ist ein bestimmtes Brennstoff-Luft-Verhältnis notwendig. Heizungsanlagen werden häufig mit einem Luftüberschuss zwischen 25% und 30% betrieben. Kommt es zu einer Schwankung der Brennstoffqualität, so ist dennoch in der Regel ein vollständiger Ausbrand garantiert.

[0007] Ist das Brennstoff-Luft-Verhältnis zu fett, so steigt die Temperatur, wodurch es zu einer erhöhten Stickoxydkonzentration kommt. Ferner ist dann ein vollständiger Ausbrand nicht gewährleistet. Ist das Gemisch zu mager, so kann es bei der Zündung zu Zündproblemen kommen. Ferner besteht die Möglichkeit, dass nach einem Zünden die Flamme abhebt und keine stabile Verbrennung am Brenner erfolgt.

[0008] Aus der EP 0 770 824 A2 ist ein Verfahren zur Brennerregelung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

[0009] Aus der DE 20 2004 017 850 U1 ist ein Verfahren zur Einstellung des Brenngas-Luft-Verhältnisses bei einem Gasbrenner bekannt, bei dem die Flammentemperatur erfasst wird. Hierzu ist es notwendig, mittels eines Thermoelementes die Flammentemperatur zu erfassen. Derartige Messelemente unterliegen bei der hohen Temperatur einer hohen Alterung, und somit unterliegt die Messung einem starken Drift.

[0010] Die DE 100 45 270 A1 offenbart ein Verfahren

zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners, bei dem das Brennstoff-Luft-Verhältnis in Abhängigkeit der Temperatur eines in der Flamme befindlichen Messelementes geregelt wird. Bei einer derartigen Sensoranordnung besteht die Gefahr der Sensorkorrosion, weshalb der aus DE 100 45 270 A1 Sensor aus Keramikmaterial besteht.

[0011] Aus DE 44 37 510 C1 ist bekannt, die Temperatur eines Brenners über Widerstand zu messen und das Einschalten beziehungsweise Abschalten einer Flamme durch den Gradienten festzustellen.

[0012] Aus GB 2 270 748 A ist bekannt, dass die Temperatur eines Brenners beim Anfetten der Flamme linear steigt. GB 2 270 748 A lehrt, auf eine vorgegebene Solltemperatur, die mittels genau eines Thermoelementes an der kalten Seite des Brenners erfasst wird, zu regeln.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, bei welchem sicher und wenig alterungsbehaftet die Temperatur des Brenners ermittelt werden kann, um hiermit das Brennstoff-Luft-Gemisch zu regeln. Gleichzeitig soll das Verfahren das Vorhandensein einer Flamme überwachen.

[0014] Erfindungsgemäß wird dies gemäß eines Verfahrens zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners wobei der elektrische Widerstand des Brenners oder eines Messelementes auf der der Flamme abgewandten Seite der Brenneroberfläche gemessen wird und dieses Signal zur Überwachung und Regelung verwendet wird, gemäß Anspruch 1 dadurch erreicht, dass das Brennstoff-Luft-Verhältnis zunächst angefettet wird. Hierdurch steigt die Temperatur als auch der Widerstand der Messstrecke. Bei stöchiometrischer Verbrennung erreicht die Temperatur bzw. der Widerstand sein Maximum. Eine weitere Anfettung des Brennstoff-Luft-Gemisches führt zu einem Abfall der gemessenen Temperatur bzw. des gemessenen Widerstandes. Wird das Maximum erreicht, so ist dies ein Zeichen für eine stöchiometrische Verbrennung. Alsdann kann das Brennstoff-Luft-Gemisch in vorgegebener Weise abgemagert werden, wodurch der Brenner mit idealem Brennstoff-Luft-Gemisch betrieben wird.

[0015] Anhand des ermittelten Widerstandes beziehungsweise der daraus abgeleiteten Temperatur kann das Vorhandensein einer Flamme und deren Erlöschen festgestellt werden. Das Überschreiten eines vorbestimmten Temperatur oder eines vorbestimmten positiven Temperaturgradienten ist hierbei ein Zeichen für das Erkennen einer gezündeten Flamme. Umgekehrt ist das Unterschreiten einer bestimmten Temperatur oder das Überschreiten eines bestimmten negativen Temperaturgradienten ein Zeichen für das Erlöschen einer Flamme. Der elektrische Widerstand kann auch unmittelbar ohne Umrechnung in eine dazugehörige Temperatur als Signal dienen.

[0016] Das Brenngas-Luft-Verhältnis kann in Abhängigkeit des ermittelten Widerstandes eingestellt werden. Neben dem Widerstand des Brenners oder des in der Flamme des Brenners befindlichen Messelementes wird

die thermische Leistung des Brenners bestimmt. In vorangegangenen Versuchen kann jeder thermischen Leistung des Brenners eine bestimmte Soll-Temperatur bzw. ein Soll-Widerstand des Messelementes zugewiesen werden. Dementsprechend kann in Kenntnis des Widerstandes und der thermischen Leistung das Brennstoff-Luft-Verhältnis nachgeregelt werden. Ist der gemessene Widerstand größer als der Soll-Widerstand, so ist dies ein Zeichen dafür, dass die Flamme zu heiß ist. Das Brennstoff-Luft-Gemisch muss dann abgemagert werden. Im umgekehrten Fall ist bekannt, dass aus einem kleinen Widerstand eine zu geringe Temperatur resultiert, was bedeutet, dass das Gemisch angefettet werden muss. Die Veränderung des Brennstoff-Luft-Gemisches kann prinzipiell dadurch geschehen, dass einerseits die Brenngasmenge oder andererseits die Luftmenge verändert wird. Da in der Regel die thermische Leistung des Brenners unverändert bleiben soll, ist anzustreben, dass die Luftmenge verändert wird. Es ist jedoch auch eine Veränderung der Brenngasmenge bei konstantem Luftstrom möglich.

[0017] Gemäß den Merkmalen des abhängigen Anspruchs 2 wird der Widerstand durch die Messung eines Spannungsabfalls gemessen.

[0018] Gemäß den Merkmalen des abhängigen Anspruchs 3 wird der Brenner an einer Konstantstromquelle angeschlossen, so dass an der Messstrecke ein Spannungsabfall gemessen werden kann. Alternativ hierzu wird die Messstrecke in Reihe mit einem Referenzwiderstand geschaltet und sodann an der Messstrecke ein Spannungsabfall gemessen.

[0019] Die Erfindung wird nun anhand der Figuren detailliert erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 den Zusammenhang zwischen Widerstand R und Temperatur T bei einem metallischen Element,

Figur 2 einen Brenner mit Vorrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 3 einen Ausschnitt aus dem Brenner mit Auswertevorrichtung,

Figur 4 ein Detail hieraus,

Figur 5 eine Auswerteschaltung,

Figur 6 eine weitere Auswerteschaltung,

Figur 7 den Zusammenhang zwischen Luftüberschuss und Temperatur sowie

Figur 8 den Zusammenhang zwischen thermischer Leistung und Messtemperatur für mehrere Luftzahlen.

[0020] Figur 1 zeigt die Temperaturabhängigkeit des

Widerstandes eines Metalls. Es wird deutlich, dass mit zunehmender Temperatur der Widerstand ansteigt. Der Widerstand anderer Metalle verhält sich in gleicher Weise.

[0021] Figur 2 zeigt einen zylindrischen Brenner 12 mit einer Brenneroberfläche 9, hinter der sich ein Lochblechzylinder 8 befindet. Der Brenner 12 ist über ein Gebläse 13 mit einer Luftzuführung 14 verbunden. In die Luftzuführung 14 ragt eine Brenngasdüse 18, welche über ein Gasventil 15 mit Stellantrieb 16 mit einer Brenngasleitung 17 verbunden ist. Der Stellantrieb 16 ist über eine Steuerleitung 20 mit einer Regelung 3 verbunden. Die Regelung 3 ist über eine Steuerleitung 19 mit dem Motor 21 des Gebläses 13 verbunden. Letztendlich ist die Regelung 3 über zwei Messleitungen 4 und Anschlusspunkten 11 mit der Brenneroberfläche 9 derartig verbunden, dass zwischen den Anschlusspunkten 11 eine Messstrecke entsteht.

[0022] Figur 3 zeigt ein Detail hieraus. Im Brenner 12 strömt ein Brennstoff-Luft-Gemisch 7 zunächst das Lochblech 8 und durch dieses die Brennerfläche 9 an. Auf der Außenseite des Brenners 12 bildet sich eine Flamme 10. Die Flamme 10 erwärmt die Brenneroberfläche 9, sodass zwischen den Anschlusspunkten 11 auf der Brenneroberfläche 9 eine Messstrecke entsteht. Der Widerstand zwischen den beiden Anschlusspunkten 11 kann über die Messleitungen 4 an die Regelung 3 weitergegeben werden.

[0023] Figur 4 zeigt die Anordnung des Messelements 6 auf der der Flamme 10 abgewandten Seite der Brenneroberfläche 9. Das Messelement wird zwar nicht auf Flammentemperatur erhitzt, doch ist die Temperatur des Messelements linear von der Flammentemperatur abhängig.

[0024] Figur 5 zeigt die Messschaltung mit Konstantspannungsquelle 1 und dem Referenzwiderstand R_{ref} , welcher in Serie mit dem Brennerwiderstand R_B geschaltet ist. Ein Spannungsmessgerät 2 erfasst den Spannungsabfall an der Messstrecke R_B . Das Signal wird an die Regelung 3 weitergeleitet, welche über die Steuerleitungen 19, 20 den Motor 21 des Gebläses 13 sowie den Stellantrieb 16 des Gasventils 15 beeinflusst.

[0025] Alternativ hierzu ist bei der Messschaltung gemäß Figur 6 der Brennerwiderstand R_B an eine Konstantstromquelle 5 angeschlossen. Figur 7 zeigt den Zusammenhang zwischen Brenngas-Luft-Verhältnis λ und Flammentemperatur T . Bei stöchiometrischer Verbrennung ($\lambda=1$) ist die Verbrennungstemperatur maximal.

[0026] Figur 8 zeigt den Zusammenhang zwischen gemessener Temperatur T_{mess} und der thermischen Leistung des Brenners P für drei verschiedenen Brenngas-Luft-Verhältnisse λ . Mit zunehmender thermischer Belastung entfernt sich die Flamme von der Brenneroberfläche 9, so dass die Brenneroberfläche 9 mit zunehmender thermischer Belastung kühler wird. Dementsprechend fällt mit zunehmender Belastung die gemessene Temperatur. Wird der Luftüberschuss λ erhöht, so wird hierdurch die Flamme gekühlt, ferner hebt sie weiter vom

Brenner ab, wodurch die gemessene Temperatur abnimmt. Umgekehrt erhöht sich die gemessene Temperatur mit einer Gemischanfettung, da einerseits die Flamme heißer wird und zudem auch früher, d. h. näher am Brenner verbrennt.

[0027] Beim erfindungsgemäßen Überwachungs- und Regelungsverfahren kann einerseits zunächst mit einem beliebigen Brenngas-Luft-Verhältnis begonnen werden. Zum Zünden wird zunächst das Gebläse 13 aktiviert und kurz danach eine Zündelektrode stromab des Brenners mit Zündimpulsen versorgt. Dann gibt der Stellantrieb 16 einen Teil des Strömungsquerschnitts des Gasventils 15 frei. Wird eine Flamme gezündet, so verändert sich der Widerstand der Messstrecke zwischen den Anschlusspunkten 11. Realisiert die Regelung 3 eine entsprechende Widerstandsänderung, welche auf eine heiße Flamme schließen lässt, so bleibt das Gasventil 15 geöffnet. Wird binnen einer vorgegebenen Zeitspanne kein für das Vorhandensein einer Flamme typischer Widerstand beziehungsweise Widerstandsgradient gemessen, so wird das Gasventil verriegelt, um das Ausströmen unverbrannten Brenngases zu vermeiden.

[0028] Zum Einstellen eines für eine schadstoffarme optimalen Brenngas-Luft-Verhältnisses wird dieses zunächst angefettet, in dem die Förderleistung des Gebläses 13 bei konstanter Öffnung des Brenngasventils 15 reduziert wird. Alternativ kann der Brenngasvolumenstrom bei konstantem Luftstrom verändert werden. Die Flammentemperatur steigt, zudem haftet die Flamme näher an der Brenneroberfläche 9. Hierdurch erhitzt sich die Brenneroberfläche 9 und der Brennerwiderstand R_B steigt. Wird nun bei Erhöhung des Brenngasanteils festgestellt, dass die gemessene Temperatur bzw. der Widerstand wieder abfällt, so ist dies ein eindeutiges Signal dafür, dass die Flamme nun unterstöchiometrisch brennt. Ausgehend vom Temperatur- bzw. Widerstandsmaximum wird das Brenngas-Luft-Verhältnis in definierten Grenzen abgemagert, so dass die Flamme mit optimalem Luftüberschuss brennen kann. Hierzu ist es einerseits möglich, die Luftmenge z. B. durch eine Erhöhung der Gebläsedrehzahl um 30% zu erhöhen, andererseits ist es auch möglich, durch einen Zielmesswert das Brenngas-Luft-Verhältnis entsprechend abzumagern. So kann der maximale Brennerwiderstand R_B gemessen werden und das Brenngas-Luft-Gemisch derart lange abgemagert werden, bis sich ein errechneter Widerstand einstellt.

[0029] Alternativ hierzu kann die thermische Leistung des Brenners zusätzlich zum Widerstand des Brenners 12 erfasst werden. Dies kann beispielsweise hierdurch geschehen, dass der Öffnungsgrad des Gasventils 15 erfasst wird oder ein aus der Heizleistungsanforderung abgeleiteter Messwert erfasst werden. Da gemäß Figur 8 zu jeder vorgegebenen thermischen Leistung des Brenners 12 eine Soll-Brennertemperatur bekannt ist, kann entsprechend das Brenngas-Luft-Gemisch angepasst werden. Wird festgestellt, dass der Widerstand bzw. die Temperatur zu hoch ist, so wird das Gemisch

abgemagert, im anderen Fall angefettet.

[0030] Wird während des mutmaßlichen Brennerbetriebs von der Regelung 3 eine entsprechende Widerstandsänderung, welche auf das Erlöschen der Flamme schließen lässt, realisiert, so wird das Gasventil 15 geschlossen, um das Ausströmen unverbrannten Brenngases zu vermeiden. In der Regel schließt sich ein neuer Zündversuch an. Bleiben mehrere Zündversuche erfolglos, so verriegelt die Regelung 3 den Brenner derartig, dass ein Neustart nur durch einen Fachhandwerker initiiert werden kann.

[0031] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich auch auf flüssige Brennstoffe anwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners (12) mit einer Brenneroberfläche (9), wobei eine elektrische Messgröße erfasst wird und zur Regelung dient, und wobei das Brennstoff-Luft-Gemisch solange angefettet wird, bis die gemessene Temperatur oder der gemessene Widerstand nach anfänglichem Anstieg wieder fällt und das Brennstoff-Luft-Gemisch dann in vorgegebenem Verhältnis oder bis zu einem bestimmten Messwert, der vom maximalen Messwert abhängig ist, abgemagert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Messgröße der elektrische Widerstand des Brenners (12) oder eines Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) ist, und dass neben dem Widerstand des Brenners (12) oder des Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9), die thermische Leistung des Brenners (12) bestimmt wird und, in Abhängigkeit zur thermischen Leistung des Brenners (12) vorgegebenen Widerstandssollwerten, das Brennstoff-Luft-Verhältnis verändert wird.
2. Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Widerstand des Brenners (12) oder des Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) durch die Messung des Spannungsabfalls gemessen wird.
3. Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner (12) oder das Messelement (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) an eine Konstantstromquelle (5) angeschlossen wird.
4. Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner (12) oder das Messelement (6)

auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) in Reihe mit einem Referenzwiderstand R_{ref} an eine Konstantspannungsquelle (5) angeschlossen wird.

5. Verfahren zum Regeln des Brennstoff- Luft-Verhältnisses nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenn der gemessene Widerstand größer als der Widerstandssollwert ist das Brennstoff-Luft-Gemisch abgemagert und wenn der gemessene Widerstand kleiner als der Widerstandssollwert ist das Brennstoff-Luft-Gemisch angefettet wird, wobei vorzugsweise die Brennstoffmenge konstant gehalten wird und die Luftmenge verändert wird.

Claims

1. Method to control the fuel-air ratio of a fuel-operated burner (12) having a burner surface (9), wherein an electrical measurand is detected and serves to control, and wherein the fuel-air mixture is enriched until the measured temperature or the measured resistance falls again after initial increase and the fuel-air mixture is then emaciated in a predetermined ratio or up to a determined measured value which is dependent on the maximum measured value, **characterised in that** the electrical measurand is the electrical resistance of the burner (12) or of a measurement element (6) on the side of the burner surface (9) which faces away from the flame (10), and that, besides the resistance of the burner (12) or of the measurement element (6) on the side of the burner surface (9) facing away from the flame (10), the thermal power of the burner (12) is determined, and the fuel-air ratio is changed depending on predetermined resistance target values for the thermal power of the burner (12), .
2. Method to control the fuel-air ratio according to claim 1, **characterised in that** the resistance of the burner (12) or of the measurement element (6) on the side of the burner surface (9) facing away from the flame (10) is measured by the measurement of the voltage drop.
3. Method to control the fuel-air ratio according to claim 2, **characterised in that** the burner (12) or the measurement element (6) on the side of the burner surface (9) facing away from the flame (10) is connected to a constant current source (5).
4. Method to control the fuel-air ratio according to claim 2, **characterised in that** the burner (12) or the measurement element (6) on the side of the burner surface (9) facing away from the flame (10) is connected in series to a constant voltage source (5), with a refer-

ence resistance R_{ref} .

5. Method to control the fuel-air ratio according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** if the measured resistance is greater than the resistance target value, the fuel-air mixture is emaciated and if the measured resistance is smaller than the resistance target value, the fuel-air mixture is enriched, wherein preferably the fuel quantity is kept constant and the air quantity is changed.

Revendications

1. Procédé de réglage du rapport carburant-air d'un brûleur (12) fonctionnant avec un carburant doté d'une surface de brûleur (9), dans lequel une grandeur de mesure électrique est déterminée et sert au réglage, et dans lequel le mélange carburant-air est enrichi jusqu'à ce que la température mesurée, ou que la résistance mesurée, chute de nouveau après une montée ayant débuté, et le mélange carburant-air est alors appauvri dans un rapport prédéfini ou jusqu'à une valeur de mesure donnée qui est fonction de la valeur de mesure maximale, **caractérisé en ce que** la valeur de mesure électrique est la résistance électrique du brûleur (12) ou d'un élément de mesure (6) sur le côté de la surface du brûleur (9) opposé à la flamme (10) et qu'outre la résistance du brûleur (12) ou de l'élément de mesure (6) sur le côté de la surface de brûleur (9) opposé à la flamme (10), la puissance thermique du brûleur (12) est déterminée et, qu'en fonction de valeurs de résistance souhaitées prédéfinies de la puissance thermique du brûleur (12), le rapport carburant-air est modifié.
2. Procédé de réglage du rapport carburant-air selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la résistance du brûleur (12) ou de l'élément de mesure (6) sur le côté de la surface de brûleur (9) opposé à la flamme (10) est mesurée par la mesure de la chute de tension.
3. Procédé de réglage du rapport carburant-air selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le brûleur (12) ou l'élément de mesure (6) sur le côté de la surface de brûleur (9) opposé à la flamme (10) est relié à une source de courant constant (5).
4. Procédé de réglage du rapport carburant-air selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le brûleur (12) ou l'élément de mesure (6) sur le côté de la surface de brûleur (9) opposé à la flamme (10) est relié en série avec une résistance de référence R_{ref} à une source de tension constante (5).
5. Procédé de réglage du rapport carburant-air selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce**

que, lorsque la résistance mesurée est supérieure à la valeur de la résistance souhaitée, le mélange carburant-air est appauvri, et lorsque la résistance mesurée est inférieure à la valeur de résistance souhaitée, le mélange carburant-air est enrichi, où, de préférence, la quantité de carburant est maintenue constante et la quantité d'air est modifiée.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

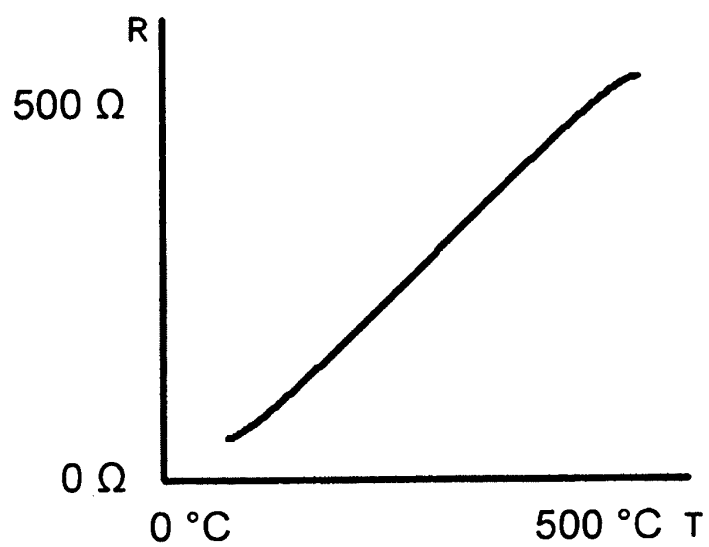


Fig. 2

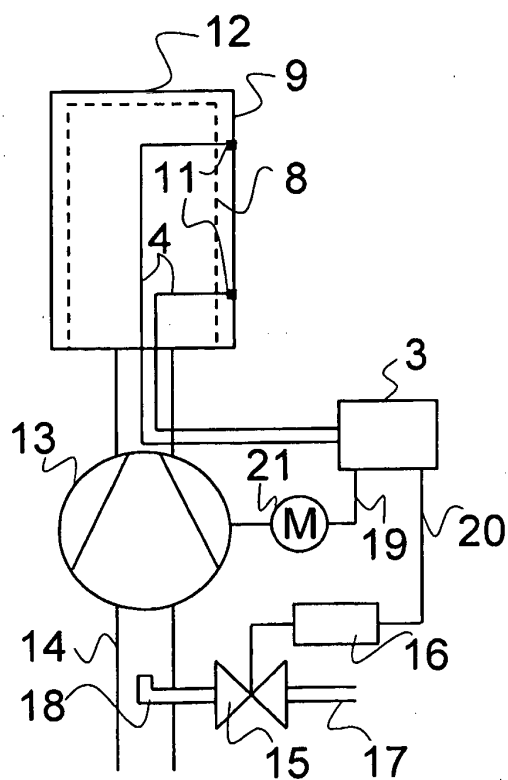


Fig. 3

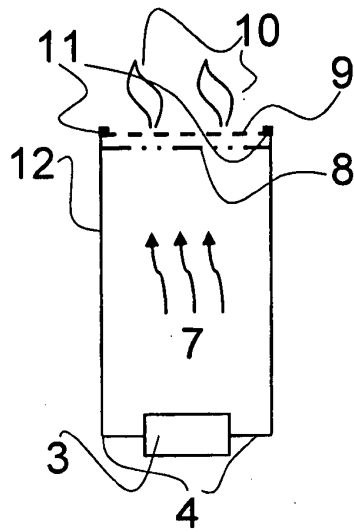


Fig. 4

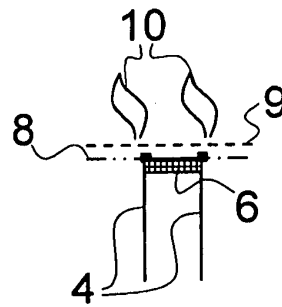


Fig. 5

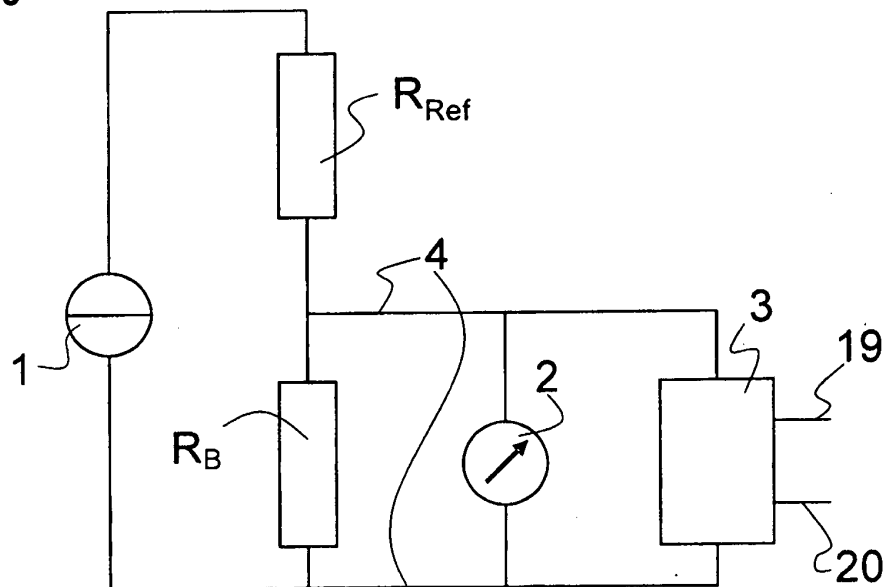


Fig. 6

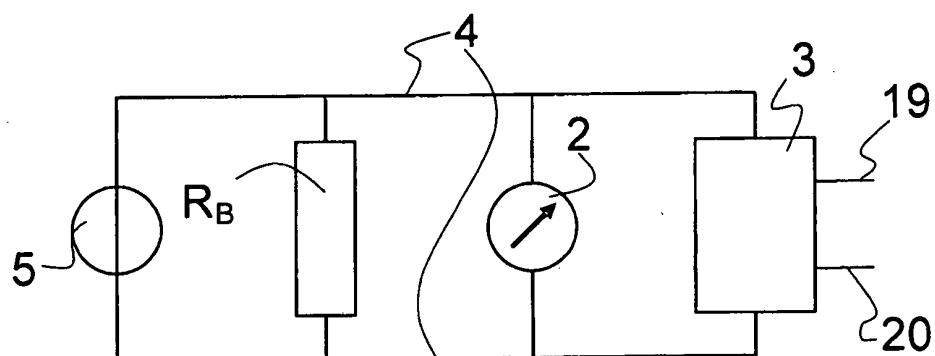


Fig. 7

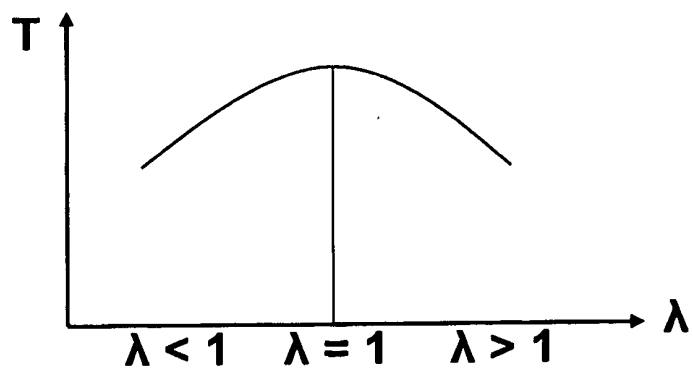
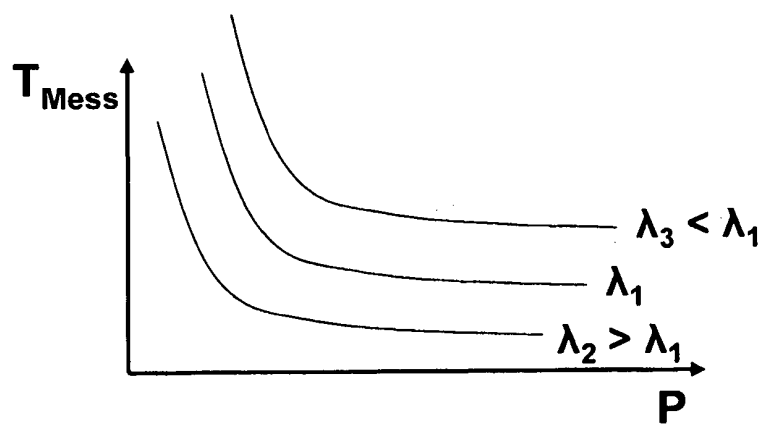


Fig. 8



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0770824 A2 [0008]
- DE 202004017850 U1 [0009]
- DE 10045270 A1 [0010]
- DE 4437510 C1 [0011]
- GB 2270748 A [0012]