



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.07.2007 Patentblatt 2007/30

(51) Int Cl.:
F23N 5/14 (2006.01) F23N 5/24 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07000643.2**

(22) Anmeldetag: **13.01.2007**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

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

(71) Anmelder: **Vaillant GmbH**
42859 Remscheid (DE)

(72) Erfinder:
• **Lehminger, Stefan**
51067 Köln (DE)
• **Manz, Dietmar**
51709 Marienheide (DE)
• **Tomczak, Heinz-Jörg**
42855 Remscheid (DE)

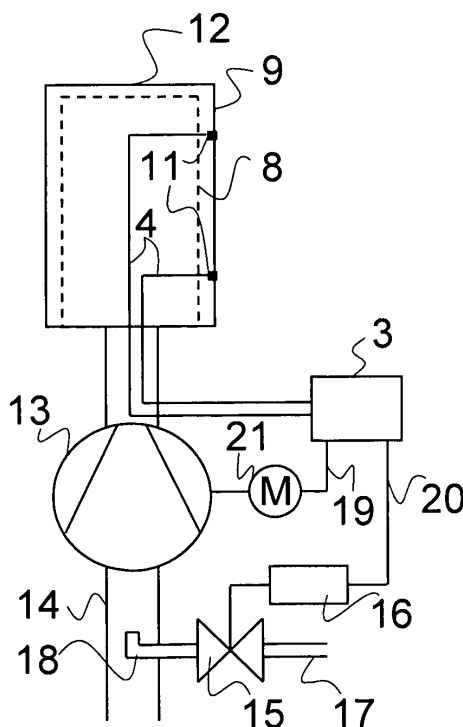
(74) Vertreter: **Hocker, Thomas**
Vaillant GmbH
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid (DE)

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

(57) Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners (12) mit einer Brennoberfläche (9), wobei der elektrische Widerstandes des

Brenners (12) oder eines Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brennoberfläche (9) erfasst wird und zur Überwachung und Regelung dient.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses und Flammenüberwachung 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 Wirkbereich 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 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.

[0009] Die DE 100 45 270 A1 offenbart ein Verfahren zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners, bei dem das Brenn-

stoff-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.

[0010] 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.

[0011] Erfindungsgemäß wird dies gemäß eines Verfahrens zur Flammenüberwachung und zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners gemäß Anspruch 1 dadurch erreicht, dass der elektrische Widerstand des Brenners oder eines Messelements auf der der Flamme abgewandten Seite der Brenneroberfläche gemessen wird und dieses Signal zur Überwachung und Regelung verwendet wird.

[0012] Anhand des so ermittelten Widerstandes beziehungsweise der daraus abgeleiteten Temperatur kann gemäß Anspruch 2 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.

[0013] Gemäß den Merkmalen des abhängigen Anspruchs 3 wird das Brenngas-Luft-Verhältnis in Abhängigkeit des ermittelten Widerstandes eingestellt.

[0014] Gemäß den Merkmalen des abhängigen Anspruchs 4 wird der Widerstand durch die Messung eines Spannungsabfalls gemessen.

[0015] Gemäß den Merkmalen des abhängigen Anspruchs 5 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.

[0016] Gemäß den Merkmalen des abhängigen Verfahrensanspruchs 7 wird das Brennstoff-Luft-Verhältnis zunächst angefettet. 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.

[0017] Alternativ hierzu wird neben dem Widerstand des Brenners oder des in der Flamme des Brenners befindlichen Messelementes 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. Details hierzu schützt Anspruch 9. 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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 Anschlussspunkten 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.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

5 [0030] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich auch auf flüssige Brennstoffe anwenden.

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses eines brennstoffbetriebenen Brenners (12) mit einer Brenneroberfläche (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrischen Widerstandes des Brenners (12) oder eines Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) erfasst wird und zur Überwachung und Regelung dient.
- 15 2. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Freigabe des Brenngases und Einsetzen der Zündung das Über- oder Unterschreiten eines vorgegebenen ersten Grenzwiderstandes oder eines vorgegebenen ersten Widerstandsgradienten beziehungsweise, wenn aus dem elektrischen Widerstandes des Brenners (12) oder eines Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) eine Temperatur bestimmt wird, bei Überschreiten einer vorgegebenen ersten Grenztemperatur oder eines vorgegebenen positiven Temperaturgradienten $\Delta T / \Delta t$ als Indiz für das Vorhandensein einer Flamme gewertet wird und das spätere Über- oder Unterschreiten eines vorgegebenen zweiten Grenzwiderstandes oder eines vorgegebenen zweiten Widerstandsgradienten beziehungsweise das Unterschreiten einer vorgegebenen zweiten Grenztemperatur oder eines vorgegebenen negativen Temperaturgradienten $\Delta T / \Delta t$ als Indiz für das Erlöschen einer Flamme gewertet wird.
- 20 3. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Brennstoff-Luft-Verhältnis in Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes des Brenners (12) oder eines Messelements (6) auf der der Flamme (10) abgewandten Seite der Brenneroberfläche (9) geregelt wird.
- 25 4. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **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.

5. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 4, **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.

5
10
6. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach Anspruch 4, **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.

15
7. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff- Luft-Verhältnisses nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.

20
25
30
8. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff-Luft-Verhältnisses nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, 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.

35
40
9. Verfahren zur Flammenüberwachung und / oder zum Regeln des Brennstoff- Luft-Verhältnisses nach Anspruch 8, **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.

45
50
55

Fig. 1

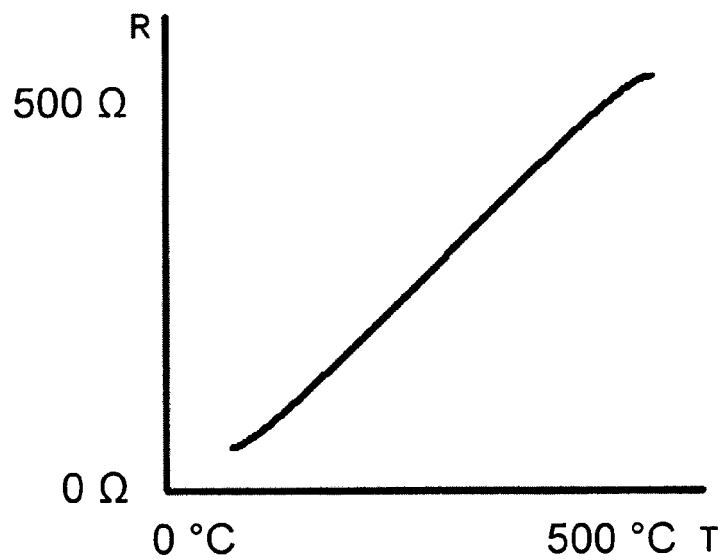


Fig. 2

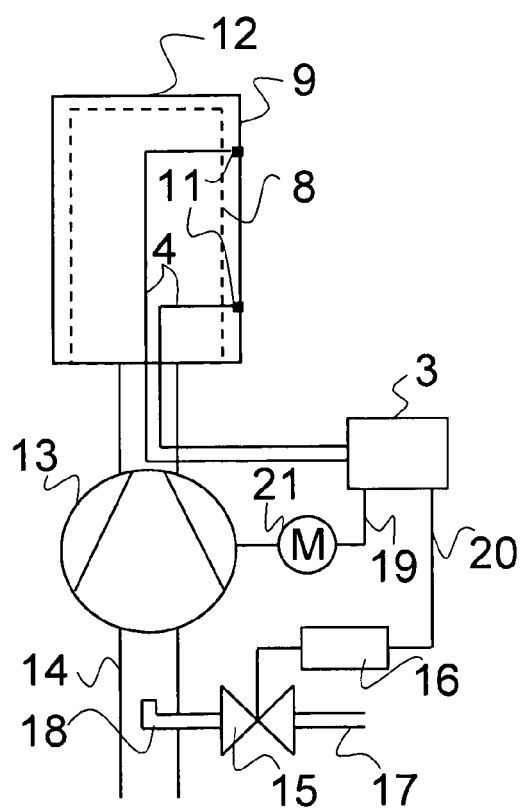


Fig. 3

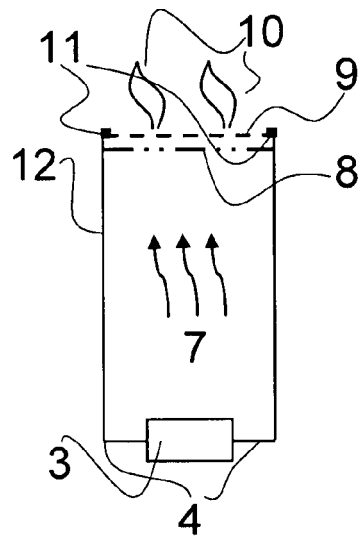


Fig. 4

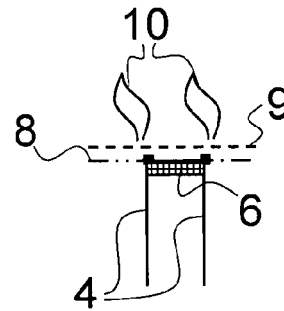


Fig. 5

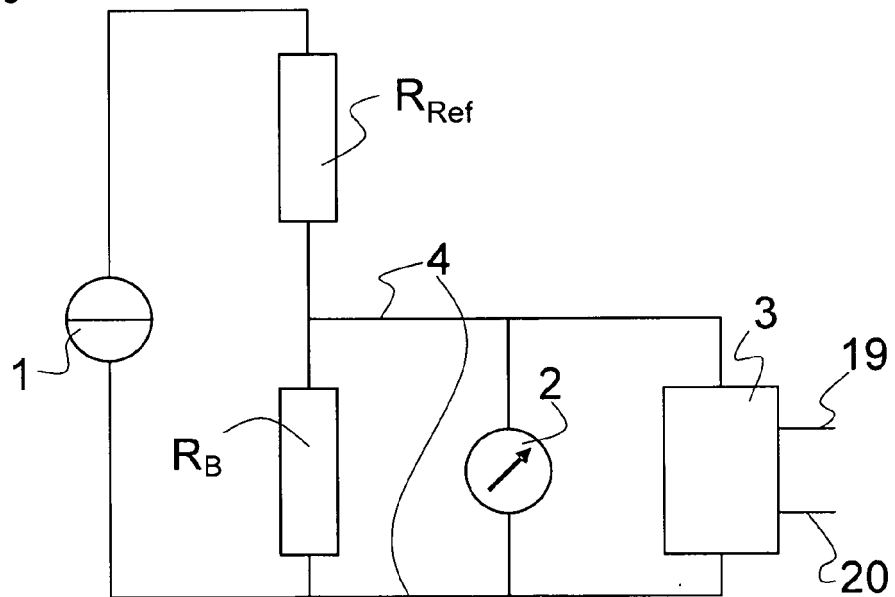


Fig. 6

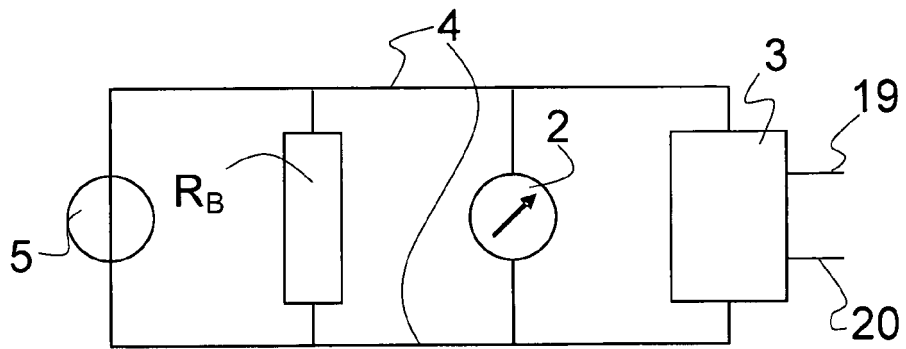


Fig. 7

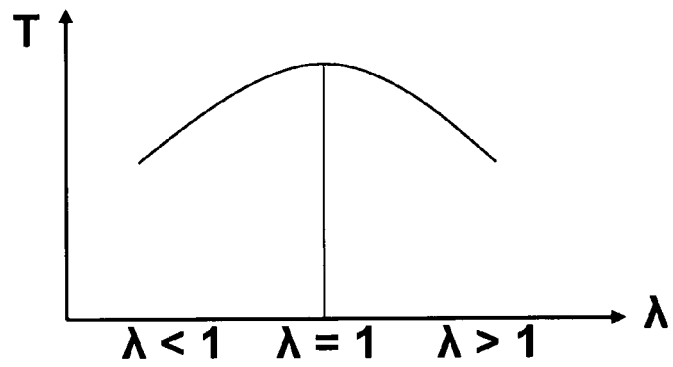
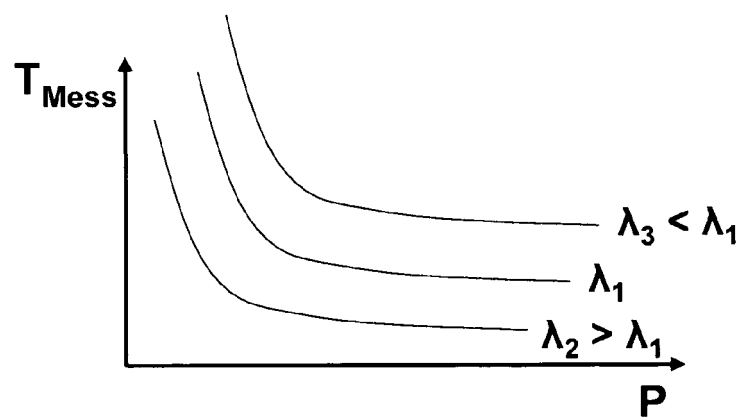


Fig. 8



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

- DE 202004017850 U1 [0008]
- DE 10045270 A1 [0009] [0009]