



(11) **EP 2 014 985 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **24.05.2017 Patentblatt 2017/21** (51) Int Cl.: **F23N 5/12<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08012196.5**

(22) Anmeldetag: **07.07.2008**

(54) **Verfahren zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner**

Method of adjusting the air/fuel ratio for a gas fired burner

Procédé de réglage du rapport air/carburant d'un brûleur fonctionnant au gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **13.07.2007 AT 10992007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.01.2009 Patentblatt 2009/03**

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

(72) Erfinder: **Rouxel, Jean-François**  
**44260 La Chapelle Launay (FR)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 176 364 EP-A2- 1 331 444**  
**DE-A1- 19 839 160 US-A- 4 118 172**  
**US-A- 5 971 745 US-A1- 2006 257 805**

**EP 2 014 985 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 zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass das Brenngas-Luft-Verhältnis eines brenngasbetriebenen Brenners mittels Messung der Ionisationsspannung oder des Ionisationsstrom an einer Überwachungselektrode eingestellt werden kann. Die EP 770 824 B1 beschreibt ein Verfahren, bei dem, ausgehend von einem überstöchiometrischen Brennerbetrieb, der Luftüberschuss so lange reduziert wird, bis eine geringfügig unterstöchiometrische Verbrennung vorliegt. Hierbei wird die Ionisationsspannung zwischen einer Ionisationselektrode und dem Brenner gemessen. Bei stöchiometrischer Verbrennung ( $\lambda = 1,0$ ) ist die Ionisationsspannung maximal. Demzufolge steigt die Ionisationsspannung, ausgehend von überstöchiometrischer Verbrennung, bei der Reduzierung des Luftüberschusses zunächst an, um bei stöchiometrischer Verbrennung ein Maximum zu erreichen. Fällt die Ionisationsspannung bei Weiterreduzierung des Luftanteils ab, so ist dies ein Indikator dafür, dass die Verbrennung unterstöchiometrisch ist. Das aus der EP 770 824 B1 bekannte Verfahren sieht nun vor, dass, ausgehend von der Luftmenge, welche bei maximaler Ionisationsspannung vorliegt, der Luftanteil um einen definierten Betrag erhöht wird, so dass die Soll-Luftzahl erreicht wird. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Drehzahl eines Verbrennungsluftgebläses, ausgehend von der stöchiometrischen Verbrennung, um 25% erhöht wird.

**[0003]** Ausgestaltungen dieses Regelverfahrens sind ebenfalls aus der DE 40 27 090 C2, DE 196 18 573 C1 und US 5 971 745 A bekannt.

**[0004]** US 5 971 745 A offenbart ein Verfahren zur Einstellung des Brenngas-Luft-Gemischs mittels Ionisationsstromüberwachung. Kennzeichnend für dieses Verfahren ist, dass ausgehend von einem Betriebspunkt mit Luftüberschuss das Brenngas-Luft-Gemisch zunächst angefettet wird. Sobald ein Extremwert (Maximum) gefunden ist, wird die Anfettung beendet. Dies kann beispielsweise dadurch festgestellt werden, dass nach einem Anstieg des Ionisationsstroms wieder ein Abfall gemessen wird. Alternativ kann dieser "peak", also Extremwert / Maximum festgestellt werden, wenn der Gradient des Signals Null beträgt. Wenn das Maximum gefunden ist, wird das Gemisch wieder abgemagert.

**[0005]** DE 20 2004 017 850 U1 zeigt einen Gasbrenner, bei dem mittels eines Thermoelements die Flammentemperatur gemessen wird. Die Temperatur verhält sich dabei analog dem Ionisationsstrom gemäß EP 770 824 B1. Es wird zum Kalibrieren das Gemisch angefettet und die Flammentemperatur gemessen. Wird ein Maximum gemessen, so wird das Gemisch definiert abgemagert.

**[0006]** US 4 118 172 A offenbart ein Kalibrierungsverfahren, bei dem eine Temperaturmessung zur Erfassung

eines Maximums bei Stöchiometrie eingesetzt wird.

**[0007]** Nachteilig bei einem derartigen Verfahren ist, dass stets eine stöchiometrische bzw. geringfügig unterstöchiometrische Verbrennung angefahren werden muss. Hierbei entstehen im wesentlichen Maße Kohlenmonoxyd- und Stickoxydemissionen.

**[0008]** Aus DE 102 00 128 B4 und EP 833 106 B1 sind Verfahren zur Einstellung des Brenngas-Luft-Gemischs bekannt, bei denen ein Brenngas-Luft-Gemisch so lange abgemagert wird, bis die Flamme erlischt. Ausgehend von diesem Punkt wird der Brenner anschließend mit definiert fetterem Gemisch betrieben. Auch bei derartigen Verfahren ist nachteilig, dass durch das Erlöschen der Flamme und den anschließenden Neustart erhöhte Schadstoffemissionen entstehen. Ferner kann das Verfahren nicht in den normalen Betrieb integriert werden.

**[0009]** Aus EP 1 176 364 A1 ist bekannt, dass Verfahren mit Maximum bei Stöchiometrie den Nachteil haben, dass vorübergehend der Brenner mit hohen Schadstoffemissionen betrieben wird. Bei dem aus EP 1 176 364 A1 bekannten Verfahren wird bei Inbetriebnahme das Ionisationssignal gemessen, dann die Brenngasmenge verändert und wieder das Ionisationssignal gemessen. Aus der Auswertung der Signaldifferenz wird auf die Zusammensetzung des Brenngases geschlussfolgert und die Brenngasdrossel entsprechend eingestellt.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung des Brenngas-Luft-Gemischs bei brenngasbetriebenen Brennern mittels Ionisationsstrommessung zu schaffen, welches umweltbelastende Verbrennungszustände vermeidet.

**[0011]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass während des Betriebs des Brenners das Brenngas-Luft-Gemisch abgemagert wird und hierbei das Ionisationssignal kontinuierlich gemessen wird. Aus dem Ionisationssignal wird bei der Veränderung ein Gradient gebildet. Überschreitet der Gradient einen bestimmten Gradienten bzw. steigt der Gradient im Vergleich zum bisherigen Verlauf überproportional an, so wird die Abmagerung beendet und das Brenngas-Luft-Gemisch definiert angefettet.

**[0012]** Das Messsignal ist stark von Ablagerungen an der Elektrode sowie der Position der Elektrode abhängig. Daher ist es nicht zielführend, das Über- oder Unterschreiten eines bestimmten Absolutwertes als relevantes Ereignis zu verwenden. Der starke Anstieg des Gradienten hingegen ist ein sicheres Indiz für das baldige Abheben der Flamme bei weiterem Anstieg des Luftanteils.

**[0013]** Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich gemäß den Merkmalen der abhängigen Ansprüche. So kann der Gradient durch die Division des Differenzsignals der Ionisationselektrode mit der Differenzdrehzahl des Gebläsemotors ermittelt werden. Alternativ hierzu kann eine Division des Differenzsignals der Ionisationselektrode mit der Differenzstellposition des Stellantriebs eines Gasventils oder einer Differenzzeiteinheit erfolgen.

**[0014]** Das Signal der Ionisationselektrode kann da-

durch ermittelt werden, dass eine Konstantspannungsquelle mit der Flamme des Brenners und einem Widerstand seriell verschaltet ist und der Spannungsabfall am Widerstand gemessen wird.

**[0015]** Die Erfindung wird nun anhand der Figuren detailliert erläutert. Hierbei zeigen

Figur 1 einen Aufbau zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Figur 2 den Verlauf des Ionisationssignals beim erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0016]** Figur 1 zeigt einen Brenner 1 mit Gebläse 8 mit Gebläsemotor 9 in einem Lufteintritt 12. In den Lufteintritt 12 mündet eine Gasleitung 13, in der sich ein Gasventil 10 mit Stellantrieb 11 befindet. Der Gebläsemotor 9 und der Stellantrieb 11 sind mit einer Regelung 7 verbunden. Am Brenner 1 befindet sich eine Flamme 2, in welche eine Ionisationselektrode 3 hineinragt. Die Ionisationselektrode 3 ist mit einer Spannungsquelle 4 verbunden. Diese ist mit ihrer zweiten Elektrode mit einem Widerstand 5 verbunden, der wiederum an den Brenner 1 angeschlossen ist. Parallel zum Widerstand 5 ist ein Spannungsmesser 6 angeschlossen, welcher mit der Regelung 7 verbunden ist.

**[0017]** Beim Betrieb des Brenners saugt das Gebläse 8 über den Lufteintritt 12 Verbrennungsluft an. Die Drehzahl  $n$  des Gebläses 8 kann hierbei kontinuierlich verstellt werden. Über das Gasventil 10 kann die zugeführte Brenngasmenge, welche über die Gasleitung 13 einströmt, kontinuierlich verändert werden; hierbei wird die Schrittzahl  $n_s$  des Stellantriebs 11 erfasst. Im Gebläse 8 werden Brenngas und Luft miteinander vermischt und am Austritt des Brenners 1 gezündet, so dass sich eine Flamme 2 bildet. Da die Ionen der Flamme 2 elektrisch leitend sind, kann zwischen der Ionisationselektrode 3 und dem Brenner 1 ein Strom fließen. Hieraus folgt, dass eine elektrische Spannung  $U_{\text{Flamme}}$  anliegt. Der Ionenfluss durch die Flamme 2 sorgt dafür, dass der elektrische Kreislauf (Brenner 1, Ionisationselektrode 3, Spannungsquelle 4, Widerstand 5) geschlossen ist. Figur 2 zeigt den Verlauf der am Widerstand 5 gemessenen Spannung  $U$  über die Luftzahl  $\lambda$  und die Gebläsedrehzahl  $n$ .  $U_0$  ist die Spannung der Spannungsquelle 4. Es gilt:

$$U = U_0 - U_{\text{Flamme}}$$

**[0018]** Es ist zu erkennen, dass die am Widerstand 5 gemessene Spannung  $U$  bei stöchiometrischer Verbrennung ( $\lambda = 1,0$ ) minimal ist. Mit Erhöhen des Luftüberschusses steigt die Spannung  $U$  kontinuierlich an. Bei einer Luftzahl von etwa 1,6 steigt die Spannung  $U$  deutlich stärker als bisher an. Bei einem Luftüberschuss von etwa  $\lambda = 1,7$  hebt die Flamme ab. Es kann kein Ionisationssignal mehr gemessen werden; ein nicht dargestell-

tes Sicherheitsventil verriegelt die Brenngaszufuhr.

**[0019]** Beim erfindungsgemäßen Regelverfahren läuft zunächst der Brenner 1 mit einem bisher nicht bekannten Luftüberschuss. Bei konstant geöffnetem Gasventil 10 wird die Drehzahl  $n$  des Gebläses 8 erhöht. Hierdurch steigt die Luftzahl  $\lambda$  an. Der Spannungsabfall  $U$  am Widerstand 5 wird kontinuierlich über der Zeit  $t$  gemessen und an die Regelung 7 weitergegeben. In der Regelung 7 wird der Gradient  $\Delta U/\Delta n$  berechnet, wobei  $n$  die Drehzahl des Gebläses 8 ist. Steigt der Gradient  $\Delta U/\Delta n$  ab einem bestimmten Punkt übermäßig an, so ist dies ein Indiz dafür, dass demnächst die Flamme abhebt und somit abreißt. Die Luftzahl  $\lambda$  beträgt dann etwa 1,6. Ausgehend von diesem Punkt wird nun die Drehzahl  $n$  des Gebläses gezielt derartig reduziert, dass sich eine Luftzahl  $\lambda \approx 1,25$  einstellt. Alternativ zur Gradientenermittlung mittels Quotient aus Differenzsignal zur Differenzdrehzahl  $\Delta U/\Delta n$  kann auch ein Gradient aus Differenzspannung  $\Delta U$  zu Differenzstellposition des Stellantriebs  $\Delta n_s$  gebildet werden, wenn anstelle einer Erhöhung der Gebläsedrehzahl eine Reduzierung der Brenngasmenge vorgenommen wird. Als weitere Variante kann bei konstanter Abmagerung auch ein Gradient aus der Zeit gebildet werden ( $\Delta \dot{U}$ ).

**[0020]** Der Betriebszustand, bei dem ein Abheben bevorsteht kann dadurch bestimmt werden, dass der aktuelle Gradient mit mindestens einem früheren Gradienten verglichen wird und in dem Fall, dass der aktuelle Gradient den oder die Vergleichswerte um einen bestimmten Prozentsatz überschreitet, der erwartete Zustand vorliegt. Als Vergleichswert kann zum Beispiel der geringste gemessene Gradient verwendet werden. Alternativ kann ein Absolutwert vorgegeben werden.

**[0021]** Um den Einfluss von Signalrauschen (Schwanken des Messsignals um eine Trendlinie) zu eliminieren, darf die Zeitdifferenz beziehungsweise Drehzahldifferenz nicht zu klein gewählt werden.

**[0022]** Anstelle des Spannungsabfalls  $U$  am Widerstand 5 kann auch direkt die Spannung der Flamme  $U_{\text{Flamme}}$  gemessen werden. In diesem Fall ist jedoch die Ionisationsspannung bei stöchiometrischer Verbrennung maximal und das Ionisationsspannungssignal fällt bei Erhöhung der Luftzahl ab.

**[0023]** Anstelle einer konstanten Spannung  $U_0$  kann auch eine Konstantstromquelle mit einem konstanten Strom  $I_0$  an die Serienschaltung des Widerstandes 5 mit der Flamme 2 geschaltet werden. In Abhängigkeit des Flammenwiderstandes stellt sich eine bestimmte Spannung ein.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetrieben Brenner (1), welcher mittels einer Ionisationselektrode (3) überwacht wird, wobei das Signal der Ionisationselektrode (3) direkt oder

indirekt gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Betriebs des Brenners (1) das Brenngas-Luft-Gemisch abgemagert und dabei das Signal der Ionisationselektrode (3) kontinuierlich gemessen wird, hierbei der Gradient des Signals der Ionisationselektrode (3) gebildet wird, bei Überschreitung eines bestimmten Gradienten oder beim überproportionalen Anstieg des Gradienten die Abmagerung des Brenngas-Luft-Gemischs beendet wird und das Brenngas-Luft-Gemisch definiert angefettet wird.

2. Verfahren zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luft über ein Gebläse (8) mit Gebläsemotor (9) gefördert wird und der Gradient des Signals der Ionisationselektrode (3) aus der Division des Differenzsignals der Ionisationselektrode (3) mit der Differenzdrehzahl des Gebläsemotors (9) ermittelt wird.
3. Verfahren zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Brenngas über ein Gasventil (10) mit Stellantrieb (11) geleitet wird und der Gradient des Signals der Ionisationselektrode (3) aus der Division des Differenzsignals der Ionisationselektrode (3) mit der Differenzstellposition des Stellantriebs (11) ermittelt wird.
4. Verfahren zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gradient des Signals der Ionisationselektrode (3) aus der Division des Differenzsignals der Ionisationselektrode (3) mit der Differenzzeit ermittelt wird.
5. Verfahren zur Brenngas-Luft-Einstellung für einen brenngasbetriebenen Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Konstantspannungsquelle (4) oder Konstantstromquelle mit der Flamme (2) des Brenners (1) und einem Widerstand (5) seriell verschaltet wird und als Signal der Ionisationselektrode (3) der Spannungsabfall am Widerstand (5) gemessen wird.

#### Claims

1. Method for adjusting the fuel gas-air ratio for a gas-fired burner (1), which is monitored by means of an ionisation electrode (3), wherein the signal of the ionisation electrode (3) is measured directly or indirectly, **characterised in that** during the operation of the burner (1) the fuel gas-air mixture is thinned out and the signal of the ionisation electrode (3) is measured continually, the gradient of the signal of the ionisation electrode (3) being formed in this way, when exceed-

ing a specific gradient or with an over-proportional increase in the gradient the thinning out of the fuel gas-air mixture is stopped and the fuel gas-air mixture is enriched in a defined manner.

2. Method for adjusting the fuel gas-air ratio for a gas-fired burner according to claim 1, **characterised in that** the air is conveyed by a fan (8) with a fan motor (9) and the gradient of the signal of the ionisation electrode (3) is determined from the division of the differential signal of the ionisation electrode (3) by the differential speed of the fan motor (9).
3. Method for adjusting the fuel gas-air ratio for a gas-fired burner according to claim 1, **characterised in that** the fuel gas is directed via a gas valve (10) with an actuator (11) and the gradient of the signal of the ionisation electrode (3) is determined from the division of the differential signal of the ionisation electrode (3) by the differential adjusting position of the actuator (11).
4. Method for adjusting the fuel gas-air ratio for a gas-fired burner according to claim 1, **characterised in that** the gradient of the signal of the ionisation electrode (3) is determined from the division of the differential signal of the ionisation electrode (3) by the time differential.
5. Method for adjusting the fuel gas-air ratio for a gas-fired burner according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** a constant voltage source (4) or constant current source is connected in series with the flame (2) of the burner (1) and a resistor (5) and the voltage drop at the resistor (5) is measured as a signal of the ionisation electrode (3).

#### Revendications

1. Procédé de réglage du rapport air/carburant d'un brûleur (1) fonctionnant au gaz de combustion, qui est surveillé au moyen d'une électrode d'ionisation (3), dans lequel le signal de l'électrode d'ionisation (3) est mesuré directement ou indirectement, **caractérisé en ce qu'**au cours du fonctionnement du brûleur (1), le mélange air/carburant est appauvri, et dans ce cadre le signal de l'électrode d'ionisation (3) est mesuré en continu, ici le gradient du signal de l'électrode d'ionisation (3) est formé, en cas de dépassement d'un certain gradient ou en cas d'augmentation disproportionnée du gradient, il est mis un terme à l'appauvrissement du mélange air/carburant, et la richesse du mélange air/carburant est augmentée de manière définie.
2. Procédé de réglage du rapport air/carburant d'un brûleur fonctionnant au gaz de combustion selon la

revendication 1, **caractérisé en ce que** l'air est re-foulé par l'intermédiaire d'une soufflante (8) avec un moteur de soufflante (9), et le gradient du signal de l'électrode d'ionisation (3) est déterminé à partir de la division du signal de différence de l'électrode d'ionisation (3) avec la vitesse de rotation différentielle du moteur de soufflante (9).

5

3. Procédé de réglage du rapport air/carburant d'un brûleur fonctionnant au gaz de combustion selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz de combustion est acheminé par l'intermédiaire d'une soupape de gaz (10) avec un servomoteur (11), et le gradient du signal de l'électrode d'ionisation (3) est déterminé à partir de la division du signal différentiel de l'électrode d'ionisation (3) avec la position de réglage différentiel du servomoteur (11).

10

15

4. Procédé de réglage du rapport air/carburant d'un brûleur fonctionnant au gaz de combustion selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gradient du signal de l'électrode d'ionisation (3) est déterminé à partir de la division du signal différentiel de l'électrode d'ionisation (3) avec la différence de temps.

20

25

5. Procédé de réglage du rapport air/carburant d'un brûleur fonctionnant au gaz de combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**une source de tension constante (4) ou une source de courant constant est montée en série avec la flamme (2) du brûleur (1) et une résistance (5), et la chute de tension est mesurée au niveau de la résistance (5) en tant que signal de l'électrode d'ionisation (3).

30

35

40

45

50

55

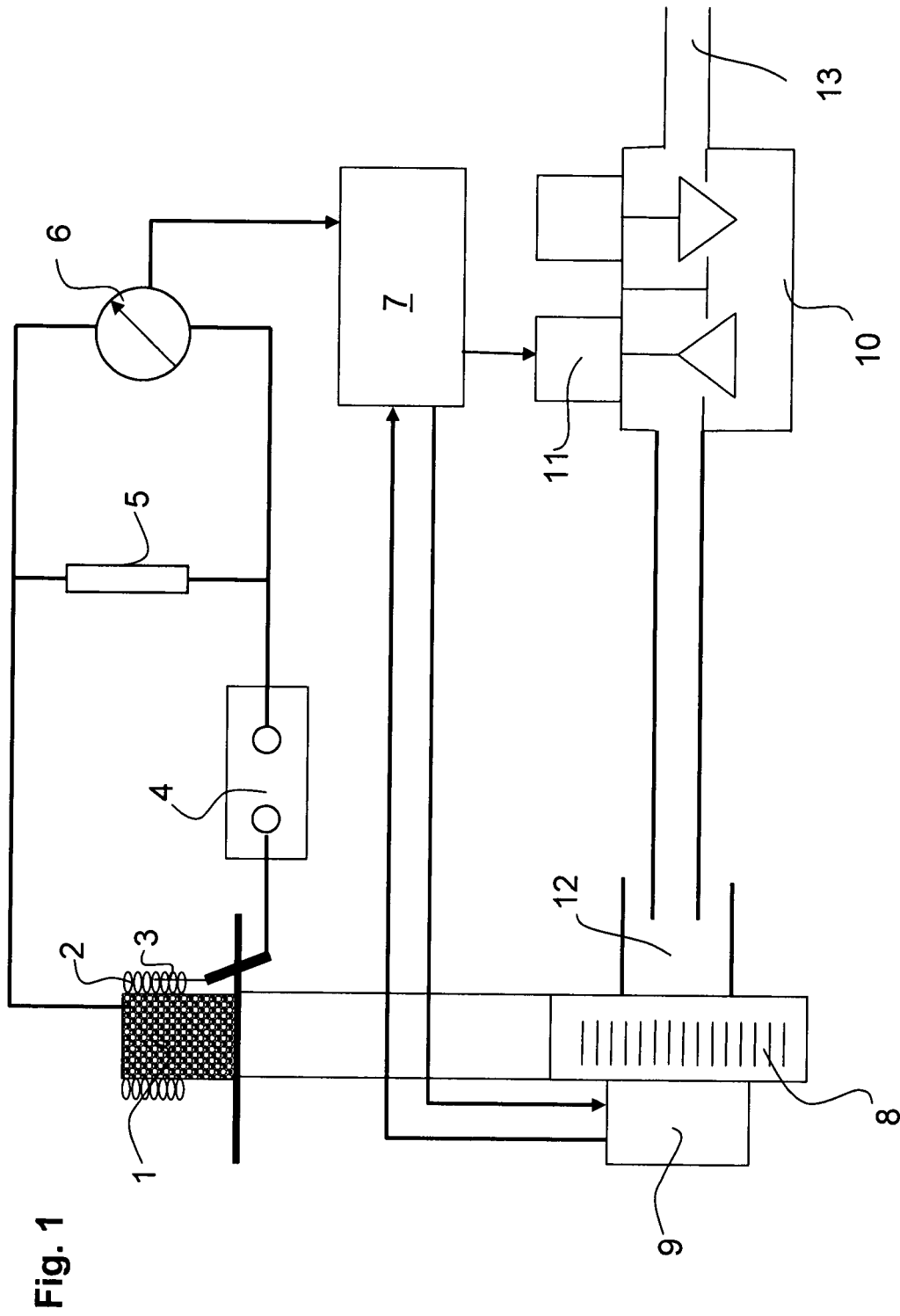
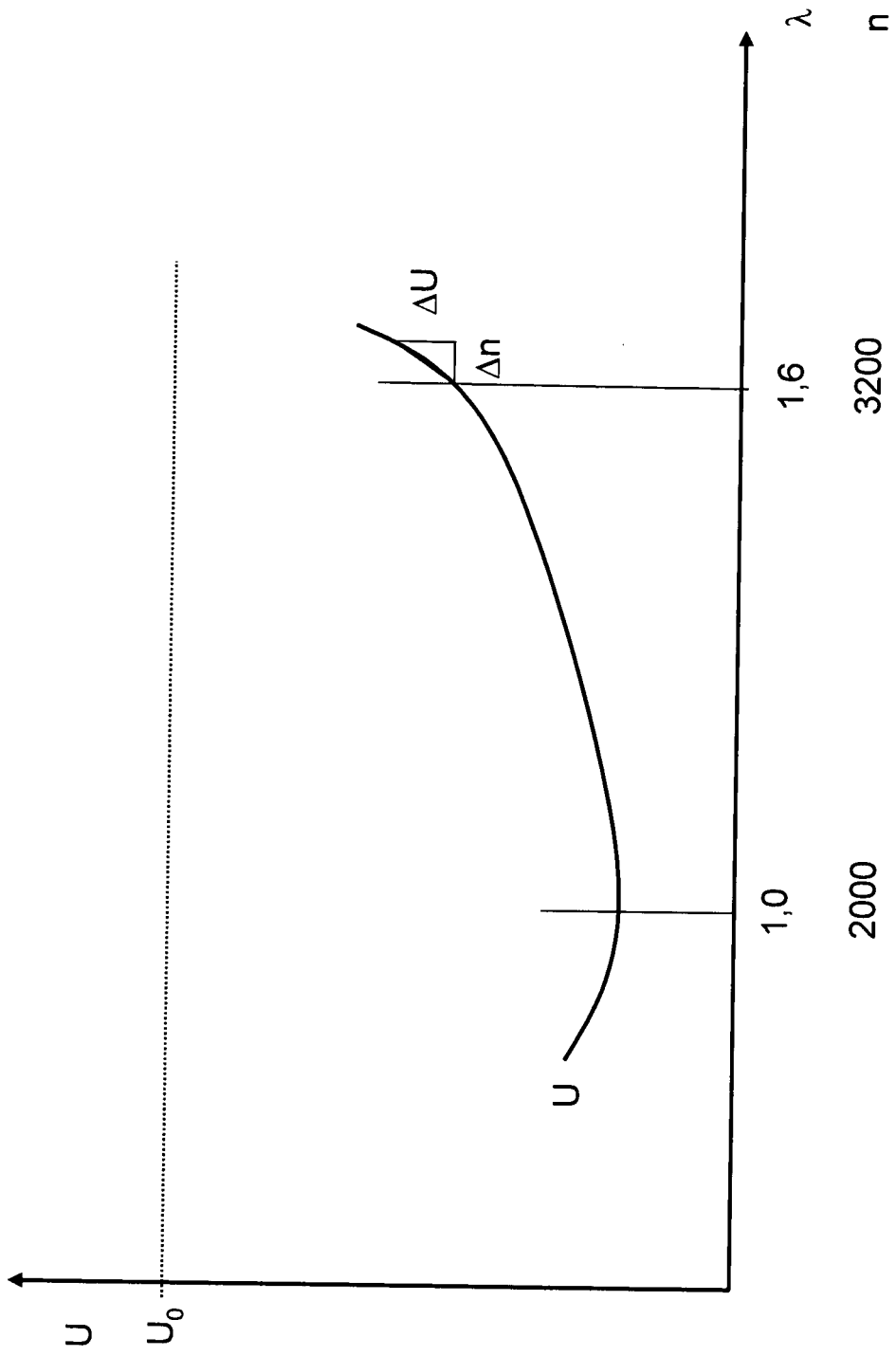


Fig. 1

Fig. 2



Vaillant GmbH EP 4296/2

**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 770824 B1 [0002] [0005]
- DE 4027090 C2 [0003]
- DE 19618573 C1 [0003]
- US 5971745 A [0003] [0004]
- DE 202004017850 U1 [0005]
- US 4118172 A [0006]
- DE 10200128 B4 [0008]
- EP 833106 B1 [0008]
- EP 1176364 A1 [0009]