



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2021 Patentblatt 2021/31

(51) Int Cl.:
F23N 1/02 (2006.01) F23N 5/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21153150.4**

(22) Anmeldetag: **25.01.2021**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Henrich, Hartmut**
49076 Osnabrück (DE)
• **Wald, Stephan**
48341 Altenberge (DE)
• **Hermann, Jens**
49084 Osnabrück (DE)

(30) Priorität: **29.01.2020 DE 102020102117**

(71) Anmelder: **ebm-papst Landshut GmbH**
84030 Landshut (DE)

(74) Vertreter: **Staeger & Sperling**
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Sonnenstraße 19
80331 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR OPTIMIERUNG EINES TOLERANZBEREICHES EINER REGELUNGSKENNLINIE EINER ELEKTRONISCHEN GEMISCHREGELUNG BEI EINEM GASHEIZGERÄT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung eines Toleranzbereichs einer Regelungskennlinie einer elektronischen Gemischregelung von Gas und ei-

nem bestimmten Brenngas unter Nutzung einer Ionisationsstromregelung bei einem Gasheizgerät.

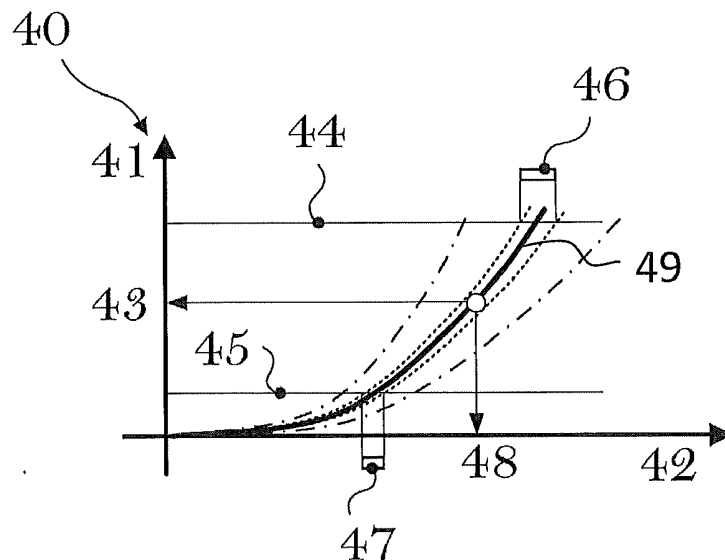


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung eines Toleranzbereichs einer Regelungskennlinie einer elektronischen Gemischregelung unter Nutzung einer Ionisationsstromregelung bei einem Gasheizgerät.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind elektronische Gemischregelungen für Gasheizgeräte basierend auf dem Verbrennungsergebnis, beispielsweise einem Ionisationssignal oder einem Kohlenmonoxidwert im Abgas, bekannt. Alternativ sind Gemischregelungen bekannt, welche die Ausgangsstoffe der Gemischbildung (Gas, Brenngas) erfassen und diese für die Gemischregelung nutzen. Bei allen eingesetzten Verfahren ist für den Einsatz an Gasheizgeräten eine Fehlersicherheit der Gemischbildung erforderlich, damit aufgrund einer schlechten oder falschen Gemischbildung keine gefährlichen Zustände, wie z.B. eine überhöhte Kohlenmonoxidbildung, auftreten können. Aus dem Stand der Technik sind dafür Toleranzbereichsüberwachungen zwischen den Aktoren, d.h. z.B. dem Gebläse oder dem Brenngasstellglied vorgesehen. Diese haben jedoch den Nachteil, dass sie einen großen Arbeitsbereich der Aktoren (Brenngasstellglied, Gebläse) abdecken müssen und daher vergleichsweise große Toleranzbereiche um die Regelungskennlinie gewährleistet sein müssen. Sie bieten damit nur eine eingeschränkte Sicherheit.

[0003] Ein weiterer Aspekt ist, dass die Regelungskennlinien im Kennfeld sich bei verschiedenen Gasarten, z.B. Flüssiggas oder Erdgas, deutlich unterscheiden. Ein Toleranzbereich um die Regelungskennlinien, der für verschiedene Gasarten Anwendung findet, muss entsprechend breit um alle Regelungskennlinien ausgelegt werden. Bei einer Plausibilisierungsprüfung von Sensorwerten werden dann konforme Ergebnisse geliefert, obwohl eine deutliche Abweichung von der eigentlichen Regelungskennlinie vorliegt, da z.B. eine andere Gasart zum Einsatz kommt.

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem ein Toleranzbereich um die Regelungskennlinie enger gefasst und somit die Sicherheit des Gasheizgeräts vergrößert werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Optimierung eines Toleranzbereichs einer Regelungskennlinie einer elektronischen Gemischregelung von Gas und einem bestimmten Brenngas unter Nutzung einer Ionisationsstromregelung bei einem Gasheizgerät mit einem Brenner und einem Gebläse vorgeschlagen. Dabei werden eine dem Brenner zugeführte Gasmenge des Gases über das Gebläse und eine Brenngasmenge durch ein elektronisch gesteuertes Brenngasstellglied über ein Steuergerät geregelt. Das Verfahren umfasst die Schritte einer kurzzeitigen, d.h. zeitlich begrenzten Erhöhung der Brenngasmenge zur Anfettung eines dem Brenner zugeführten Brenngas-Gasgemisches während eines be-

liebigen Betriebspunktes des Heizgerätes, bis ein an einer Brennerflamme des Brenners erfasstes Ionisationssignal ein Maximum aufweist. Bei dem Maximum des Ionisationssignals ist die Luftzahl des Brenngas-Gasgemisches gleich 1,0 (Lambdawert). Aus dem Maximum des Ionisationssignals wird anschließend ein Ionisationssignal-Sollwert für das bestimmte Brenngas, beispielsweise Flüssiggas oder Erdgas, errechnet. Dieser Lambdawert ist häufig mit einem Gasüberschuss (Luftüberschuss), insbesondere bei 1,3 festgelegt. Danach erfolgt die Anpassung des Brenngas-Gasgemisches bis zum Erreichen des errechneten Ionisationssignal-Sollwerts über das oder die Stellglieder (Brenngasstellglied, Gebläse). Bei Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts erfolgt eine Zuordnung der Gebläsedrehzahl des Gebläses zu der Stellung des Brenngasstellglieds und die Ermittlung der Regelungskennlinie in einem Kennfeld gebildet aus der Gebläsedrehzahl und der Stellung des Brenngasstellglieds. Um die ermittelte Regelungskennlinie bei dem bestimmten Brenngas wird der gewünschte Toleranzbereich festgelegt.

[0007] Nachdem über die Erfassung der stöchiometrischen Verbrennung bei dem Maximum des Ionisationssignals und anschließende Errechnung des Ionisationssignal-Sollwerts die Gasart bestimmt ist, kann der Toleranzbereich um eine einzige, eindeutig definierte Regelungskennlinie festgelegt und mithin deutlich kleiner ausgelegt werden. Der Toleranzbereich wird um mindestens 50% enger im Bereich der maximalen Gebläsedrehzahl gegenüber einem Toleranzbereich, der mindestens zwei Gasarten berücksichtigt.

[0008] Der Betrieb außerhalb des Toleranzbereichs kann ein Abschaltsignal auslösen, welches zum Abschalten des Gasheizgerätes führt. Alternativ kann die Kalibrierung erneut erfolgen, d.h. die Verfahrensschritte beginnend mit der Anfettung werden erneut durchgeführt und eine wieder neue Regelungskennlinie wird festgelegt. Der Toleranzbereich dient zudem zur Plausibilisierungskontrolle zwischen der Steuerung des Gebläses und des Brenngasstellglieds und den tatsächlich erfassten Ionisationssignalen zur Überprüfung der Verbrennung. Auch können etwaige genutzte Sensoren, beispielsweise ein Brenngasmengensensor, ein Gasmengensensor und/oder ein Gasgemischsensor hinsichtlich ihrer gemessenen Sensorwerte plausibilisiert werden.

[0009] Bei dem Verfahren ist zudem vorteilhaft, dass die Optimierung des Toleranzbereichs dynamisch unmittelbar in Abhängigkeit der ermittelten Gasart im laufenden Betrieb des Gasheizgeräts erfolgt. Als "dynamisch" wird dabei die Möglichkeit definiert, dass nicht mit einer festgelegten Regelungskennlinie geregelt wird, sondern auf neue Situationen durch die Kalibrierung anpassbare Regelungskennlinie reagiert wird und ein hierzu optimierter Toleranzbereich festlegbar ist.

[0010] Bei dem Verfahren ist als Ausführungsvarianten vorgesehen, dass das Anpassen des Brenngas-Luftgemisches bis zum Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts vorzugsweise durch eine Anpassung der Brenn-

gasmenge über das Brenngasstellglied oder alternativ eine Anpassung der Gasmenge über das Gebläse erfolgt. Dabei wird entweder das Brenngasstellglied und mithin seine Öffnungsstellung variiert oder die Gebläsedrehzahl verändert.

[0011] Das Brenngas-Gasgemisch ist vorzugsweise ein Brenngas-Luftgemisch.

[0012] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung eines Gasheizgeräteaufbaus zur Verwendung des Verfahrens;

Fig. 2 ein Diagramm mit Regelungskennlinien und einem Toleranzbereich gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 ein Diagramm zur Darstellung des Ionisationssignals;

Fig. 4 ein Diagramm mit einem optimierten Toleranzbereich gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

[0013] In Figur 1 ist der schematische Aufbau eines Gasheizgerätes 200 zur Durchführung des Verfahrens dargestellt. In der nachfolgenden Figurenbeschreibung wird als Gas stets Luft angenommen, auch wenn theoretisch auch andere Gase verwendet werden können.

[0014] Über das Steuergerät 9 werden das als Vormischgebläse ausgebildete Gebläse 5 und insbesondere die Gebläsedrehzahl zur Zuführung einer steuerbaren Menge an Luft b und das über einen Schrittmotor M angetriebene Brenngasstellglied bzw. Gasventil 2 zur Zuführung einer steuerbaren Menge an Brenngas c geregelt, um das Brenngas-Luftgemisch e in einem bestimmten Brenngas-Luftgemisch-Verhältnis zu erzeugen.

[0015] Das Brenngas wird dem Gebläse 5 über eine Gasdüse 4 in der Gasleitung zugeführt, wobei in der Gasleitung dem Brenngasstellglied 2 vorgeschaltet ein Gas-sicherheitsventil 1 angeordnet ist. Der Gaseingangsdruck d wird auf den Gasregeldruck angepasst. Am Gebläseausgang ist in der gezeigten Ausführung eine optionale Rückschlagklappe 6 vorgesehen. Daran schließt sich der Brenner 28 mit einer in der Brennerflamme angeordneten Ionisationselektrode 7 an, mit der eine Flamme am Brenner 28 detektiert und ein entsprechendes Ionisationssignal an das Steuergerät 9 übermittelt wird. Um den Brenner 28 ist ein Wärmetauscher angeordnet. In Strömungsrichtung fortgesetzt folgt das Abgassystem mit der Abgasklappe 8. Im Abgassystem herrscht der Abgasdruck f. Die Regelung der durch das Gasstellglied 2 strömende Brenngasmenge sowie der Gebläsedrehzahl und mithin der Luftzahl erfolgt über das Steuergerät 9, in dem entsprechende Regelungskennlinien hinterlegt

und abspeicherbar sind. Die entsprechenden Signalleitungen zu dem und von dem Steuergerät 9 sind mit Pfeilen gekennzeichnet.

[0016] Figur 2 zeigt zur Veranschaulichung ein Diagramm 30 einer Öffnungsstellung 32 des Brenngasstellglieds 2 gegenüber der Gebläsedrehzahl 31 mit Regelungskennlinien 36, 37 für die Gasarten Flüssiggas und Erdgas und einem Toleranzbereich 38, 39 bei hohen Gebläsedrehzahlen 34 und geringen Gebläsedrehzahlen 35 gemäß dem Stand der Technik. Der Toleranzbereich ist über die punktgestrichelte Linien gekennzeichnet und überstreckt beide Gasarten. Somit ist die durch den Toleranzbereich eingeschlossene Fläche vergleichsweise groß und die damit einhergehende Sicherheit zur Plausibilisierung gering.

[0017] Bezugnehmend auf die Figuren 3 und 4 sind für das erfindungsgemäße Verfahren genutzte Diagramme dargestellt. Zur Optimierung des Toleranzbereichs, d.h. praktisch die Verkleinerung der im Diagramm 40 gemäß Figur 4 eingeschlossenen Fläche der die Regelungskennlinie 48 umgebenden gestrichelten Toleranzbandlinien wird unter Nutzung der Ionisationselektrode 7 der Ionisationsstromregelung die Brenngasmenge zur Anfeuerung des dem Brenner 28 zugeführten Brenngas-Luftgemisches e während eines Betriebspunktes des Gasheizgerätes 200 erhöht, bis das Ionisationssignal Io-Signal ein Maximum Io-max aufweist, wie es in Figur 3 dargestellt ist. Von diesem Wert ausgehend wird der Ionisationssignal-Sollwert Io-soll für das bestimmte Brenngas errechnet. In der gezeigten Ausführung ist der beispielhaft errechnete Lambdawert 1,3. Das Ionisationssignal wird dadurch von dem bisherigen Signalwert Io-alt auf den errechneten Signalwert Io-neu geändert und das Brenngas-Luftgemisch bis zum Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts Io-Soll angepasst. Der Wert von 1,3 ist bevorzugt, gleichwohl exemplarisch.

[0018] Bei Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts Io-Soll wird die Gebläsedrehzahl 43 des Gebläses 5 zu einer Stellung 48 des Brenngasstellglieds 4 zugeordnet. Hieraus wird die Regelungskennlinie 49 in dem Kennfeld des Diagramms 40 ermittelt und der Toleranzbereich 46, 47 um die ermittelte Regelungskennlinie 49 für das ermittelte Brenngas festgelegt. Gut zu erkennen ist die Verkleinerung, d.h. Optimierung des Toleranzbereichs 46 insbesondere bei hohen Gebläsedrehzahlen 44, jedoch auch im Bereich geringere Drehzahlen 45 ist der Toleranzbereich 47 kleiner als derjenige Toleranzbereich 39 gemäß Figur 2. Im Ergebnis ist der gesamte Toleranzbereich der gestrichelten Linie deutlich geringer ist als derjenige der für ein Verfahren mit unbestimmter Gasart vorzusehen ist, wie es in Figur 2 gezeigt ist. Die punktgestrichelte Linie aus Figur 2 ist zur Veranschaulichung auch in Figur 4 eingetragen. Die Breite des Toleranzbereichs um die Regelungskennlinie 49 wird bedarfsgerecht festgelegt. Diese Art der Kalibrierung der Regelungskennlinie und Festlegung des Toleranzbereichs erfolgt dynamisch und insbesondere bei Verlassen des Toleranzbereichs zur Festlegung einer neuen Regelungs-

kennlinie.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung eines Toleranzbereichs einer Regelungskennlinie einer elektronischen Gemischregelung von Gas und einem bestimmten Brenngas unter Nutzung einer Ionisationsstromregelung bei einem Gasheizgerät (200) mit einem Brenner (28) und einem Gebläse (5), wobei eine dem Brenner (28) zugeführte Gasmenge des Gases über das Gebläse (5) und eine Brenngasmenge durch ein elektronisch gesteuertes Brenngasstellglied (2) über eine Steuergerät (9) geregelt werden, umfassend die Schritte:
 - zeitlich begrenzte Erhöhung der Brenngasmenge zur Anfettung eines dem Brenner (28) zugeführten Brenngas-Gasgemisches während eines Betriebspunktes des Gasheizgerätes (200), bis ein an einer Brennerflamme des Brenners (28) erfasstes Ionisationssignal (Io-Signal) ein Maximum (Io-max) aufweist,
 - Errechnen eines Ionisationssignal-Sollwerts (Io-Soll) für das bestimmte Brenngas,
 - Anpassen des Brenngas-Gasgemisches bis zum Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts (Io-Soll),
 - Zuordnen einer Gebläsedrehzahl des Gebläses zu einer Stellung des Brenngasstellglieds bei Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts (Io-Soll),
 - Ermittlung der Regelungskennlinie in einem Kennfeld gebildet aus der Gebläsedrehzahl und der Stellung des Brenngasstellglieds,
 - Festlegen des Toleranzbereichs um die ermittelte Regelungskennlinie bei dem bestimmten Brenngas.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optimierung des Toleranzbereichs dynamisch unmittelbar in Abhängigkeit der bestimmten Gasart im laufenden Betrieb des Gasheizgeräts (200) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anpassen des Brenngas-Luftgemisches bis zum Erreichen des Ionisationssignal-Sollwerts (Io-Soll) durch eine Anpassung der Brenngasmenge über das Brenngasstellglied oder eine Anpassung der Gasmenge über das Gebläse (5) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Brenngas-Gasgemisch ein Brenngas-Luftgemisch (e) ist.
5. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Toleranzbereich um die Stellung des Brenngasstellglieds oder um die Gebläsedrehzahl gelegt wird.

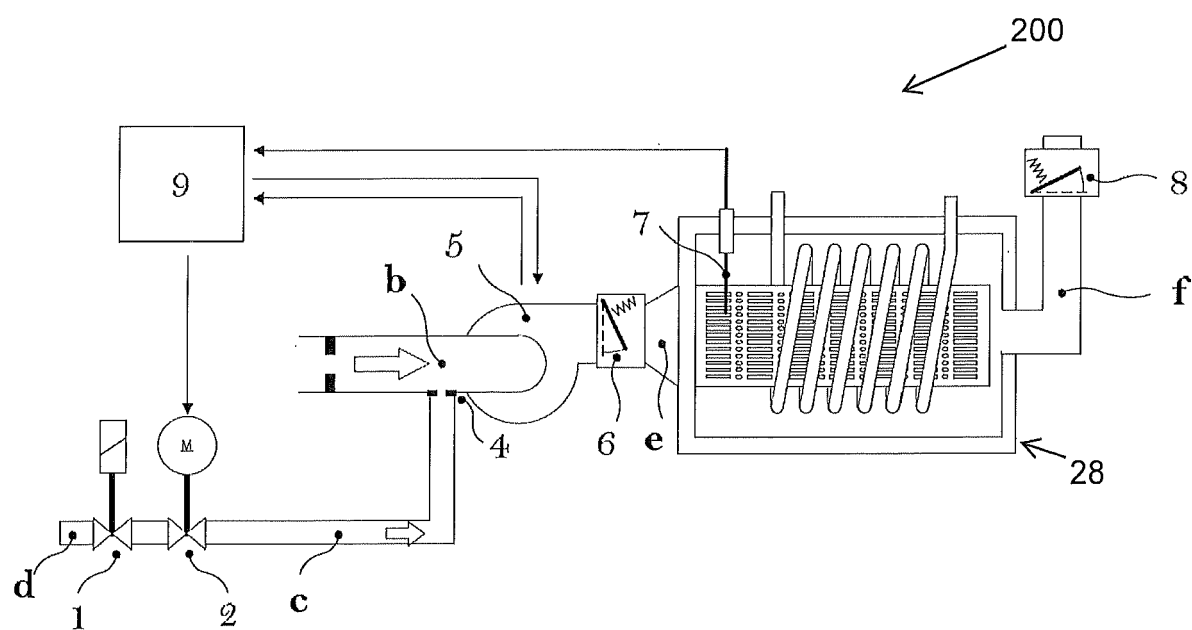


Fig. 1

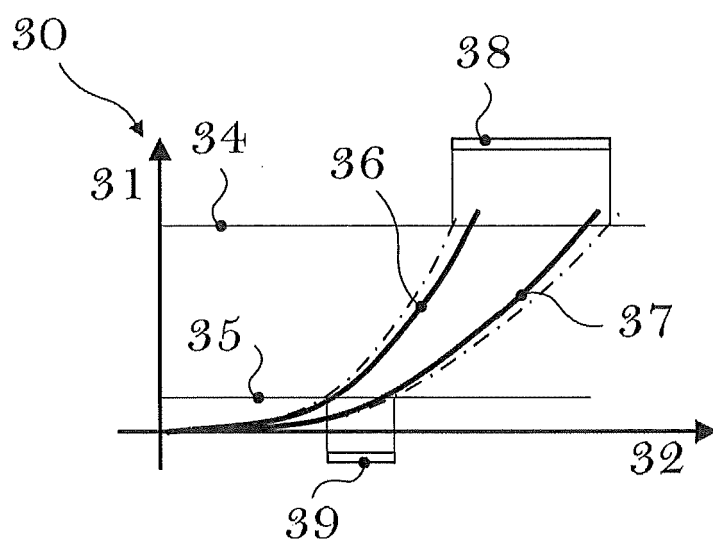


Fig. 2

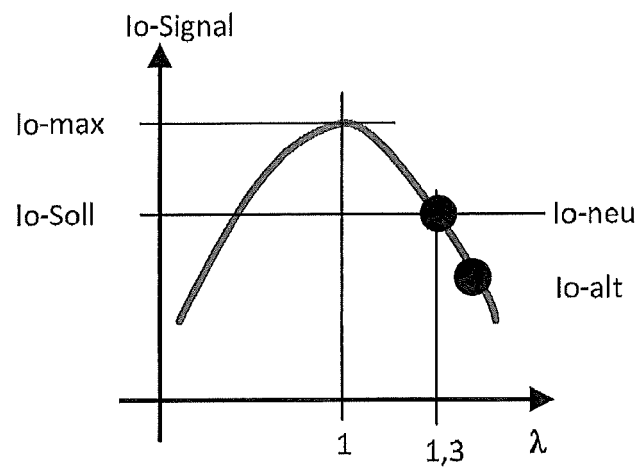


Fig. 3

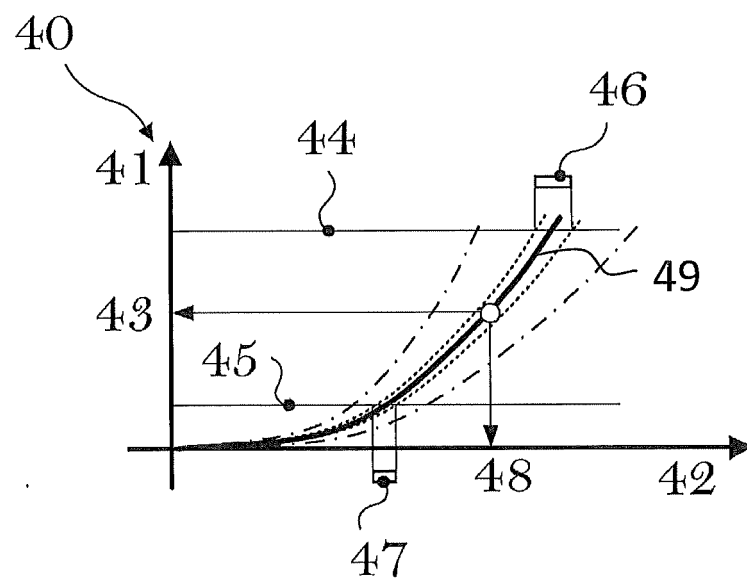


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 21 15 3150

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 806 610 A2 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 12. November 1997 (1997-11-12) * Spalte 5, Zeile 36 - Spalte 20, Zeile 14; Abbildungen 1-14 *	1	INV. F23N1/02 F23N5/12
A	DE 10 2010 055567 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. Juni 2012 (2012-06-21) * Absatz [0043] - Absatz [0048]; Abbildungen 1-4 *	1	
A	DE 10 2010 046954 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. März 2012 (2012-03-29) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Mai 2021	Prüfer Theis, Gilbert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 15 3150

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-05-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 0806610 A2	12-11-1997	AT 202837 T CA 2204689 A1 DK 0806610 T3 EP 0806610 A2 ES 2158400 T3 US 5899683 A	15-07-2001 09-11-1997 15-10-2001 12-11-1997 01-09-2001 04-05-1999
20	DE 102010055567 A1	21-06-2012	CN 103443547 A DE 102010055567 A1 EP 2655971 A2 WO 2012084819 A2	11-12-2013 21-06-2012 30-10-2013 28-06-2012
25	DE 102010046954 A1	29-03-2012	DE 102010046954 A1 EP 2622337 A1 WO 2012041777 A1	29-03-2012 07-08-2013 05-04-2012
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82