

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Mai 2019 (16.05.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/091612 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F23N 1/02 (2006.01) *F23N 5/12* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/071669
- (22) Internationales Anmeldedatum:
09. August 2018 (09.08.2018)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2017 126 137.0
08. November 2017 (08.11.2017) DE
- (71) Anmelder: **EBM-PAPST LANDSHUT GMBH** [DE/DE]; Hofmark-Aich-Str. 25, 84030 Landshut (DE).
- (72) Erfinder: **VROLIJK, Enno Jan**; Zaagmolen 3, 7751DX Dalen (NL). **DANNEMANN, Jan**; Schützenstr. 12a, 84028 Landshut (DE). **HENNRICH, Hartmut**; Zum Schlehensbusch 7, 49076 Osnabrück (DE). **HERMANN, Jens**; Mittelburgstr. 27, 49076 Osnabrück (DE). **KLINK, Hans-Joachim**; Bogenstraße 8/1, 88453 Erolzheim (DE). **WALD, Stephan**; Südstraße 10, 48341 Altenberge (DE).

- (74) Anwalt: **PETER, Julian**; Staeger & Sperling Partnerschaftsgesellschaft mbB, Sonnenstr. 19, 80331 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A COMBUSTION-GAS OPERATED HEATING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES BRENNGASBETRIEBENEN HEIZGERÄTES

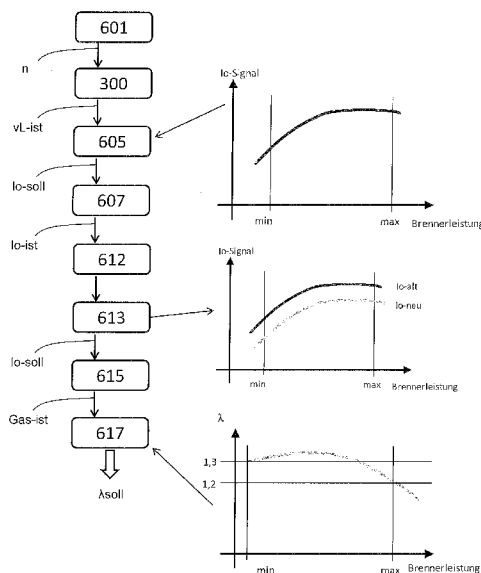


Fig. 3

vL-ist = vL-actual
lo-ist = lo-actual
Gas-ist = Gas-actual
soll = Desired
lo-neu = lo-novel
Brennerleistung = Burner power

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling a combustion-gas operated heating device using an ionization desired value power characteristic curve, wherein the method comprises a plausibility check and a mixture calibration.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines brenngasbetriebenen Heizgerätes unter Nutzung einer Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie, wobei das Verfahren eine Plausibilitätskontrolle und eine Gemischkalibration umfasst.

WO 2019/091612 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zur Regelung eines brenngasbetriebenen Heizgerätes

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines brenngasbetriebenen Heizgerätes.

Gattungsbildende Verfahren sind aus dem Stand der Technik bekannt, beispielsweise aus der Offenbarung gemäß der Druckschrift

- 5 WO2006/000366A1. Auch kennt der Fachmann eine Verbrennungsregelung nach dem sog. SCOT-Verfahren, bei dem die Steuerung der dem Brenner des Heizgerätes zugeführte Luftmenge entsprechend der Brennerleistung erfolgt. Dabei wird eine Flammensignalmessung mittels eines Ionisations-sensors durchgeführt und das Gas-Luftgemisch auf einen in einer Kennlinie

hinterlegten Soll-Ionisationsmesswert geregelt. Beim SCOT-Verfahren ist jedoch nachteilig, dass bei kleinen Brennerleistungen das Flammensignal stark absinkt und die Regelung damit unzuverlässig wird. Zudem ist der Adaptionaufwand, insbesondere zur Anpassung der Brennergeometrie hoch und die Brennerleistung kann nur ungenau über die Gebläsedrehzahl eines 5 den Luftvolumenstrom für das Gas-Luft-Gemisch liefernden Gebläses bestimmt werden.

Eine Problematik der Regelungsverfahren liegt zudem darin, dass für die Verbrennung unterschiedliche Gasarten, z.B. Erdgas oder Flüssiggas, sowie 10 Gasqualitäten zum Einsatz kommen. Die Parameter des Regelungsverfahrens müssen auf die Gasart bzw. Gasqualität angepasst werden, da die Verbrennung andernfalls unsauber abläuft.

Für Regelungsverfahren der vorliegenden Art gilt, dass die Luftzahl λ in der Technik das Verhältnis zwischen Luft und Gas bestimmt, wobei beispielsweise eine Luftzahl $\lambda=1,3$ einem Luftüberschuss von 30% entspricht. Ein für ein 15 bestimmtes Gas erforderlicher Luftbedarf L ist abhängig von der Gasbeschaffenheit, wobei beispielhafte Werte für Propan: $L= \text{ca. } 30$, Erdgas aus der Gruppe H: $L= \text{ca. } 10$ und Erdgas aus der Gruppe L: $L= \text{ca. } 8$ sind. Die Luftzahl ist in der Praxis vorzugsweise bei verschiedenen Brennerleistungspunkten und bei verschiedenen Gasfamilien (z.B. Erdgas oder Flüssiggas) unterschiedlich. In der Regel wird dieser Zusammenhang in Form von leistungsabhängigen λ -Kennlinien im Steuergerät abgespeichert. Zur automatischen Auswahl der richtigen Kennlinie ist eine automatische Gasarterkennung nötig. Der zu einem definierten Gas-Luftgemisch erforderliche Luftvolumenstrom v_L berechnet sich aus dem Gasvolumenstrom v_G multipliziert mit dem 20 Luftbedarf L multipliziert mit der Luftzahl: $v_L= v_G * L * \lambda$.

Der Brennwert der unterschiedlichen Gase entspricht näherungsweise dem Wert des Luftbedarfes L . Dieser Zusammenhang wird zur Vorsteuerung des modulierenden Verbrennungsluftgebläses auf eine gewünschte Brennerleistung genutzt. Da alle Gase unter unterschiedlichen Temperaturen und Drücken ihr Volumen verändern, gelten die oben aufgeführten Bedingungen nur bei gleichen Druck- und Temperaturbedingungen. Bei den in der Praxis jedoch abweichenden Bedingungen für Gas und Luft muss zur Regelung des Verbrennungsprozess entweder der jeweilige Massenstrom oder entsprechend korrigierte Volumenströme zugrunde gelegt werden (Beispiel: bei 30 K Temperaturerhöhung dehnt sich Luft um 10% aus, ohne dass mehr Luftmoleküle am Verbrennungsprozess beteiligt wären, so dass ohne Korrektur die Luftzahl um 10% sinken würde).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gasartenunabhängiges Verfahren zur Regelung eines brenngasbetriebenen Heizgerätes bereitzustellen. Zudem soll in Weiterbildungen mit dem Verfahren die Gasart bestimmbar und seine Regelungsparameter an die bestimmte Gasart anpassbar sein.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Regelung eines brenngasbetriebenen Heizgerätes unter Nutzung einer Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie vorgeschlagen, wobei ein über eine Gaszuführung gelieferter Gasvolumenstrom und ein über ein Gebläse gelieferter Luftvolumenstrom zu einem Gas-Luftgemisch gemischt und mit einer auf einer gewünschten Brennerleistung basierenden Luftzahl λ einem Brenner des Heizgerätes zugeführt werden. Die Luftzahl λ wird mittels einem Ionisationsmessverfahren einer Brennerflamme des Brenners überwacht. Zudem wird eine Plausibilitätskontrolle

durchgeführt, bei der ein Ionisationsmesssignal des Ionisationsmessverfahrens ausgewertet wird, und im Falle einer Abweichung von einem Ionisationsmesssignal-Sollwert eine Gemischkalibration des Gas-Luftgemisches erfolgt. Die Gemischkalibration erfolgt durch eine Ionisationsstromregelung, bei der die Luftzahl λ des Gas-Luftgemisches auf einen Wert $\lambda_{\text{ion-max}}$ angepasst wird, bei dem ein maximales Ionisationsmesssignal an einer Ionisationselektrode der Ionisationsmessung in der Brennerflamme erreicht ist. Aus dem maximalen Ionisationsmesssignal wird ein Ionisationssignalsollwert für die Luftzahl λ in einem Kalibrierungspunkt errechnet und anschließend die Luftzahl $\lambda_{\text{ion-max}}$ auf eine Soll-Luftzahl λ_{soll} angepasst, bis das Ionisationsmesssignal dem errechneten Ionisationssignalsollwert entspricht.

Grundsätzlich erfolgt die Regelung der Brennerleistung der jeweiligen Wärmebedarfsanforderung an das Heizgerät. Die dazu erforderliche Luftmenge wird mit dem drehzahlgeregeltem Gebläse von einem Steuergerät verändert. Die Gebläsedrehzahl entspricht im Wesentlichen dem Luftvolumenstrom. Der zugeführte Gasvolumenstrom wird durch ein elektrisch moduliertes Gasstellglied bzw. Gasventil variiert und durch einen Gasmassenstromsensor gemessen. Die Regelung des Gasvolumenstroms erfolgt ebenfalls über das Steuergerät. Das Gebläse ist vorzugsweise als Vormischgebläse zur Mischung von Gas und Luft ausgebildet, so dass das Gebläse einen Gemischvolumenstrom an den Brenner liefert. Die Gas-Luftgemischregelung beruht auf der kontinuierlichen Erfassung des Luftvolumenstroms durch eine Gebläsedrehzahlerfassung und der nachgeschalteten Ausregelung der Gasmenge über das Steuergerät, wobei der Sollwert der Gasmenge aus einer gespeicherten Kennlinie entnommen wird.

Über die Plausibilitätskontrolle kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren festgestellt werden, ob die eine optimale Verbrennung beeinflussenden Pa-

parameter wie Gasart, Gasqualität, Abgassystem, Baugruppen des Heizgerätes wie die Rückschlagklappen vor dem Brenner oder der Wärmetauscher in der gewünschten Art und Weise funktionieren. Jede Änderung dieser Parameter beeinflusst das Gas-Luftverhältnis und mithin das Ionisationsmesssignal.

5 Dies wiederum kann detektiert werden.

Die erfindungsgemäße Gemischkalibration ermöglicht die Anpassung der Luftzahl λ und die Überführung des Heizgerätes in die optimale Verbrennung unter Berücksichtigung der die Verbrennung beeinflussenden Parametern.

Vorteilhafterweise kann mit dem Verfahren aus der Soll-Luftzahl λ_{soll} ein Luftbedarfswert L errechnet und über den Luftbedarfswert L die Gasart bestimmt werden, denn aus der Formel $v_L = v_G \cdot L \cdot \lambda$ folgt, dass $L = v_L / (v_G \cdot \lambda)$. Die Werte des Luftbedarfs werts L sind wie oben beschrieben für jedes Gas bekannt. Die Gasartbestimmung kann somit automatisch über die Gemischkalibration erfasst und im Steuergerät des Heizgerätes hinterlegt werden. Zudem kann
10
15 das Steuergerät anschließend labortechnisch vordefinierte Regelungskennlinien für die entsprechende Gasart, insbesondere die entsprechende Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie, zur weiteren Regelung verwenden.

Da die Regelung des Heizgerätes entlang der Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie erfolgt, sieht eine vorteilhafte Ausführung des Verfahrens
20 vor, die Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie durch die Gemischkalibration über einen gesamten Leistungsbereich des Heizgerätes anzupassen, wenn das Ionisationsmesssignal oberhalb eines festgelegten Schwellenwerts von einem Ionisationsmesssignal-Sollwert abweicht. Die Anpassung der Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie erfolgt dabei über ihren gesamten Verlauf
25 um das bei dem Kalibrierungspunkt der Gemischkalibration erfasste Verhältnis. Die neue Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie wird anschließend ge-

speichert. Nach der Gemischkalibration werden die Gas- und Luftmenge entlang der gespeicherten Kennlinie mit der entsprechend leistungsabhängigen Luftzahl und dem neu festgelegten Luftbedarfswert L geregelt.

5 Bei der Ionisationsstromregelung der Gemischkalibration wird die Luftzahl λ durch Veränderung des Gasvolumenstromes oder Gasmassenstromes angepasst, bis das Ionisationsmesssignal dem errechneten Ionisationssignalsollwert entspricht. Dies ist über die Ansteuerung des Gasstellglieds auf einfach und sehr exakte Weise möglich. Über den Gasmassenstromsensor kann zudem unmittelbar der tatsächliche Gasmassenstrom abgeglichen werden.
10

Die Gemischkalibration kann in einer Langversion und in einer Kurzversion durchlaufen werden. In beiden Varianten wird zunächst ein Gemischvolumenstrom bei einer festgelegten Gebläsedrehzahl erzeugt und der zugehörige Luftvolumenstrom erfasst. Bei der Kurzversion wird unmittelbar ein Maximalwert des Ionisationssignales ermittelt und daraus ein neuer Ionisations-
15 sollwert für ein bekanntes ermittelt und eingeregelt. Aus der in diesem Arbeitspunkt eingeregelter Gas- und Luftmenge wird der Luftbedarf bestimmt und für die weitere Gemischregelung genutzt.

In der Langversion wird im Anschluss an die Erfassung des Luftvolumenstroms über die Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie der zugehörige Ionisationssignalsollwert ermittelt. Das Ionisationsstromsignal wird vom Steuergerät gemessen und mit dem aktuell hinterlegten Kennlinienwert verglichen. Anschließend werden die Schritte der Ionisationsstromregelung durchlaufen
20 und die Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie wie vorstehend beschrieben angepasst und gespeichert. In diesem Fall muss nur in Ausnahmefällen das Ionisationssignalmaximum ermittelt werden.
25

Die Gemischkalibration erfolgt vorzugsweise bei einem Leistungspunkt des Heizgerätes, der in einem Bereich von 50-70% seiner Maximalleistung bzw. der Brennerleistung entspricht.

5 Grundsätzlich wird bei dem vorliegenden Regelungsverfahren zur Festlegung des über das Gebläse gelieferten Luftvolumenstroms für die erforderliche bzw. angeforderte Brennerleistung aus einer Luftzahl-Leistungskennlinie die gewünschte Luftzahl ermittelt und daraus der über das Gebläse zu liefernde Luftvolumenstrom über die Formel $v_L = P \cdot \lambda$ berechnet.

10 In einer Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass es eine Laufzeitmessung zur Prüfung der richtigen Funktion des Gasmassensensors umfasst. Bei der Laufzeitmessung wird eine Menge des zugeführten Gasvolumenstroms über eine Ansteuerung des Gasstellglieds bzw. Gasventils aktiv variiert und die Laufzeit zwischen der Ansteuerung und der Erfassung der Gasvolumenvariation an dem Gasmassensensor mit einem vordefinierten
15 Laufzeit-Sollwert verglichen. Die Gasventilstellung kann bei der Variation um einen Impuls, eine Schwingung oder einen Istwertsprung erhöht oder reduziert werden. Der Laufzeit-Sollwert wird vorab labortechnisch ermittelt. Liegt die Laufzeit oberhalb eines Grenzwertes, liegt eine Gassensorstörung vor und das Heizgerät wird in einen Notbetrieb, beispielsweise mit beschränkter
20 Modulation gesetzt.

Zudem umfasst das Verfahren in einer Ausführungsvariante eine Laufzeitmessung zur Bestimmung des Gas-Luft-Gemischvolumenstromes. Dabei wird die Menge des zugeführten Gasvolumenstroms aktiv variiert und die Laufzeit zwischen der Ansteuerung und einer Änderung des Ionisationsmesssignals und optional zusätzlich der Höhe und Art der Änderung des Ionisationsmesssignals erfasst. Die gemessene Laufzeit wird anschließend mit
25

einer labortechnisch vorbestimmten Laufzeit-Volumenstrom-Kennlinie verglichen. Ist die Auswirkung auf das Ionisationsmesssignal aufgrund der Gasvolumenstromänderung zu gering oder verändert sich das Ionisationsmesssignal in die falsche Richtung, wird das Heizgerät in den Notbetrieb gefahren.

- 5 Liegt die Auswirkung im Toleranzbereich, wird aus dem Laufzeitvergleich über eine labortechnisch ermittelte Wertetabelle der Gemischvolumenstrom bestimmt.

Zudem ist vorteilhaft, dass die Laufzeitmessung in vorbestimmten Zeitabständen wiederholt wird. Dadurch wird stetig über den gesamten Leistungs-
10 bereich eine Plausibilisierung eines hinreichenden Luftvolumenstromes umgesetzt. Somit wird die Gebläsedrehzahl sicherheitstechnisch plausibilisiert. Als weitere Ausbaustufe kann die Laufzeitmessung herangezogen werden, um eine Verbrennungsluftberechnung gemäß den stationär erfassten Werten an verschiedenen Leistungspunkten durchzuführen. Dadurch kann die intern
15 gespeicherte Kennlinie zur Verbrennungsluftberechnung dynamisch korrigiert werden.

Das Verfahren sieht ferner vor, dass der tatsächliche Luftvolumenstrom aus einer Differenz des eingestellten Luftvolumenstroms und dem über die Laufzeitmessung bestimmten Gemischvolumenstroms und optional einer gemessenen Temperatur des Luftvolumenstroms berechnet wird.
20

Als weiteres Merkmal sieht das Verfahren vor, dass die Gebläsedrehzahl und ein sich draus ergebender Soll-Luftvolumenstrom kontinuierlich mit dem tatsächlichen Luftvolumenstrom abgeglichen werden. Bei einer zu großen Abweichung der Drehzahl im Laufe des Betriebs trotz gleichen Luftvolumenstromes, beispielsweise durch einen verstopften Wärmetauscher, schaltet
25 das Steuergerät das Heizgerät ab und gibt eine Alarmmeldung aus.

Als weiterer Aspekt umfasst das Verfahren die Integration der Gemischkalibration in ein Startverfahren zum Kaltstart des Heizgerätes. Dabei werden Zündversuche des Gas-Luftgemisches durchgeführt, bis über die Ionisationsmessung eine Brennerflamme detektiert wird. Der zum Zündzeitpunkt vorliegende Gasmassenstrom wird konstant gehalten und im Steuergerät abgespeichert. Aus dem Verhältnis aus Gasvolumenstrom zu dem aus der Gebläsekennlinie entnommenen und der Zünd-Drehzahl entsprechenden Luftvolumenstrom wird der Start-Luftbedarf L_{start} ermittelt und daraus wie vorstehend beschrieben die Gasart bestimmt. Aus dem abgespeicherten Gasmassenstrom und dem Zündbereich wird der Startpunkt für den nächsten Brennerstart festgelegt.

Soweit vorliegend auf „Volumenstrom“ abgestellt wird, kann in gleicher Weise auch der Massenstrom angewendet werden.

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 einen schematischen Aufbau eines Heizgerätes;
- Fig. 2 einen Ablauf der Gemischkalibration in der Kurzversion,
- 20 Fig. 3 einen Ablauf der Gemischkalibration in der Langversion.

In Figur 1 ist ein schematischer Aufbau eines Heizgerätes 100 zur Durchführung des Regelungsverfahrens mit einem modulierenden Vormischgebläse 5, das Umgebungsluft a ansaugt und mit Gas mischt. Das Gas wird dem Vormischgebläse 5 über eine Gasleitung zugeführt, in der ein Gassicherheits-

ventil 1, ein beispielhaft über einen Motor M steuerbares Gasventil 2 sowie ein Gasmassensensor 3 angeordnet sind. Der Gaseingangsdruck d wird auf den Gasregeldruck c angepasst. Nach der Mischung mit Umgebungsluft weist das Gemisch den Gemischdruck b auf. Am Gebläseausgang ist in der
5 gezeigten Ausführung eine optionale Rückschlagklappe 6 vorgesehen. Das Gemisch hat dann den Brennerdruck e . Daran schließt sich der Brenner 28 mit der in der Brennerflamme angeordneten Ionisationselektrode 7 und einem mit dem Brennergehäuse verbundenen Siphon 10 an. Um den Brenner 28 ist der Wärmetauscher 18 angeordnet. In Strömungsrichtung fortgesetzt
10 folgt das Abgassystem mit der Abgasklappe 8. Im Abgassystem herrscht der Abgasdruck f . Die Regelung der Gasmenge sowie der Gebläsedrehzahl und mithin der Luftzahl erfolgt über das Steuergerät 9, in dem die Regelungskennlinien hinterlegt sind.

Figur 2 zeigt den Teilprozess der Gemischkalibration des Regelungsverfahrens in der Kurzversion. Zunächst wird in dem Schritt 601 die Gebläsedrehzahl n des Vormischgebläses 5 über das Steuergerät 9 auf einen festen Wert
15 eingesteuert und mittels der vorstehend beschriebenen Laufzeitmessung im Schritt 300 der tatsächliche Luftvolumenstrom v_L -ist berechnet. Anschließend erfolgt unter Schritt 612 die Ionisationsstromregelung bei einem festgelegtem Luftvolumenstrom v_L -ist, indem die Gasmenge soweit erhöht wird, bis ein maximales Ionisationsmesssignal (Io -max) erreicht ist. Aus dem maximalen Ionisationsmesssignal wird der Ionisationssignalsollwert (Io -soll, Io -neu)
20 für die gewünschte Luftzahl λ errechnet und anschließend im Schritt 615 die Gasmenge soweit geregelt, bis das Ionisationsmesssignal dem errechneten Ionisationssignalsollwert Io -soll entspricht. Der sich im neuen Betriebspunkt ergebende Gasmassenstrom Gas -ist wird verwendet, um im Schritt 617 unter Nutzung der Luftzahl-Leistungskennlinie und mithin der Luftzahl λ_{soll} , dem
25

Luftvolumenstrom v_L und der aktuellen Brennerleistung den Luftbedarfswert $L = v_L / (v_G * \lambda_{soll})$ zu errechnen und über den Luftbedarfswert L die Gasart zu bestimmen. Die Ionisationskalibrierung in der Kurzversion erfolgt bei jeder Gemischkalibration.

- 5 Figur 3 zeigt den Teilprozess der Gemischkalibration des Regelungsverfahrens in der Langversion. Zunächst wird in den Schritten 601 und 300 die Gebläsedrehzahl n des Vormischgebläses 5 über das Steuergerät 9 auf einen festen Wert eingesteuert und der tatsächliche Luftvolumenstrom v_L -ist berechnet. Anschließend erfolgt unter Schritt 605 die Ermittlung des Ionisationssignalsollwerts Io -soll unter Nutzung der Ionisations-Sollwert-
- 10 Leistungskennlinie und der Brennerleistung P . Gemäß Schritt 607 wird in einem Ionisationsmessverfahren der Ionisationsstrom an der Ionisationselektrode 7 durch das Steuergerät 9 gemessen und mit dem Kennlinienwert verglichen. Bei einer Übereinstimmung der Werte wird der gemessene Ionisationsstrom zur weiteren Gemischkalibration verwendet. Ist die Abweichung
- 15 der Vergleichswerte größer als ein vorab definierter Schwellenwert, erfolgt eine Kalibration der Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie, indem unter Schritt 612 bei festgelegtem Luftvolumenstrom v_L -ist die Gasmenge soweit erhöht wird, bis ein maximales Ionisationsmesssignal Io -max erreicht ist. Aus dem maximalen Ionisationsmesssignal wird der Ionisationssignalsollwert 624
- 20 (Io -soll) für die gewünschte Luftzahl λ (bei 625) errechnet. Gemäß Schritt 613 wird die ursprüngliche Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie Io -alt über ihren gesamten Leistungsbereich um das bei dem Kalibrierungspunkt der Gemischkalibration erfasste Verhältnis auf die neue Ionisations-Sollwert-
- 25 Leistungskennlinie Io -neu korrigiert. Die neue Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie Io -neu wird im Speicher des Steuergerätes 9 hinterlegt. In Schritt 615 wird die Gasmenge soweit geregelt, bis das Ionisationsmesssig-

- nal dem errechneten Ionisationssignalsollwert I_{o-soll} entspricht. Der sich im neuen Betriebspunkt ergebende Gasmassenstrom $G_{gas-ist}$ wird verwendet, um im Schritt 617 unter Nutzung der Soll-Luftzahl λ_{soll} der Luftbedarfswert $L = vL / (vG * \lambda_{soll})$ zu errechnen und über den Luftbedarfswert L die Gasart zu bestimmen. Bei der Langversion erfolgt eine Ionisationskalibrierung nur in Ausnahmefällen.

* * * * *

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines brenngasbetriebenen Heizgerätes (100) unter Nutzung einer Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie, wobei
 - 5 a. ein über eine Gaszuführung gelieferter Gasvolumenstrom und ein über ein Gebläse gelieferter Luftvolumenstrom zu einem Gas-Luftgemisch gemischt und mit einer auf einer gewünschten Brennerleistung basierenden Luftzahl λ einem Brenner (28) des Heizgerätes zugeführt werden,
 - 10 b. die Luftzahl λ mittels einem Ionisationsmessverfahren einer Brennerflamme des Brenners (28) überwacht wird,
 - 15 c. eine Plausibilitätskontrolle erfolgt, bei welcher ein Ionisationsmesssignal des Ionisationsmessverfahrens ausgewertet wird, und im Falle einer Abweichung von einem Ionisationsmesssignal-Sollwert eine Gemischkalibration des Gas-Luftgemisches erfolgt, und wobei
 - 20 d. die Gemischkalibration durch eine Ionisationsstromregelung erfolgt, bei der das Gas-Luftgemisch auf einen Wert angepasst wird, bei dem ein maximales Ionisationsmesssignal erreicht ist, und aus dem maximalen Ionisationsmesssignal ein Ionisationsmesssignal-Sollwert für die Soll-Luftzahl λ in einem Kalibrierungspunkt errechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Soll-Luftzahl λ_{soll} ein Luftbedarfswert L errechnet und über den Luftbedarfswert eine Gasart des Gases bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Gemischkalibration die Luftzahl λ durch Veränderung des Gasvolumenstromes angepasst wird, bis das Ionisationsmesssignal dem errechneten Ionisationssignalsollwert entspricht.
- 5 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung des Heizgerätes (100) entlang der Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie erfolgt und die Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie durch die Gemischkalibration über einen gesamten Leistungsbereich des Heizgerätes angepasst wird, wenn
10 das Ionisationsmesssignal oberhalb eines festgelegten Schwellenwerts von einem Ionisationsmesssignal-Sollwert abweicht.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Gemischkalibration zunächst ein Volumenstrom bei einer festgelegten Gebläsedrehzahl erzeugt und ge-
15 messen wird, und über die Ionisations-Sollwert-Leistungskennlinie der zugehörige Ionisationssignalsollwert ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Festlegung des über das Gebläse gelieferten Luftvolumenstroms für eine erforderliche Brennerleistung aus einer
20 Luftzahl-Leistungskennlinie die gewünschte Luftzahl ermittelt und daraus der über das Gebläse zu liefernde Luftvolumenstrom berechnet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Laufzeitmessung zur Prüfung eines Gas-
25 massensensors umfasst, bei der eine Menge des zugeführten Gasvolumenstrom über eine Ansteuerung eines Gasventils (2) aktiv variiert

wird und eine Laufzeit zwischen der Ansteuerung und einer Erfassung der Gasvolumenvariation an dem Gasmassensensor (3) mit einem vordefinierten Laufzeit-Sollwert verglichen wird.

- 5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Laufzeitmessung zur Bestimmung des Gas-Luft-Gemischvolumenstromes umfasst, bei der eine Menge des zugeführten Gasvolumenstrom über eine Ansteuerung eines Gasventils (2) aktiv variiert wird und eine Laufzeit zwischen der Ansteuerung und einer Änderung des Ionisationsmesssignals und optional zusätzlich eine Höhe und Art der Änderung des das Ionisationsmesssignals
- 10 erfasst werden, und wobei die gemessene Laufzeit mit einer labor-technisch vorbestimmten Laufzeit-Volumenstrom-Kennlinie verglichen und daraus der Gemischvolumenstrom bestimmt wird.
- 15 9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der tatsächliche Luftvolumenstrom aus einer Differenz eines eingestellten Luftvolumenstroms und dem über die Laufzeitmessung bestimmten Gemischvolumenstroms und optional einer gemessenen Temperatur des Luftvolumenstroms berechnet wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufzeitmessung in vorbestimmten Zeitabständen wiederholt wird.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 - 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gebläsedrehzahl des Gebläses (5) und ein sich draus ergebender Soll-Luftvolumenstrom kontinuierlich mit dem tatsächlichen Luftvolumenstrom abgeglichen werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gemischkalibration bei einem Leistungspunkt des Heizgerätes erfolgt, der in einem Bereich von 50-70% seiner Maximalleistung entspricht.
- 5 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gemischkalibration in ein Startverfahren zum Kaltstart eines Heizgerätes integriert ist.

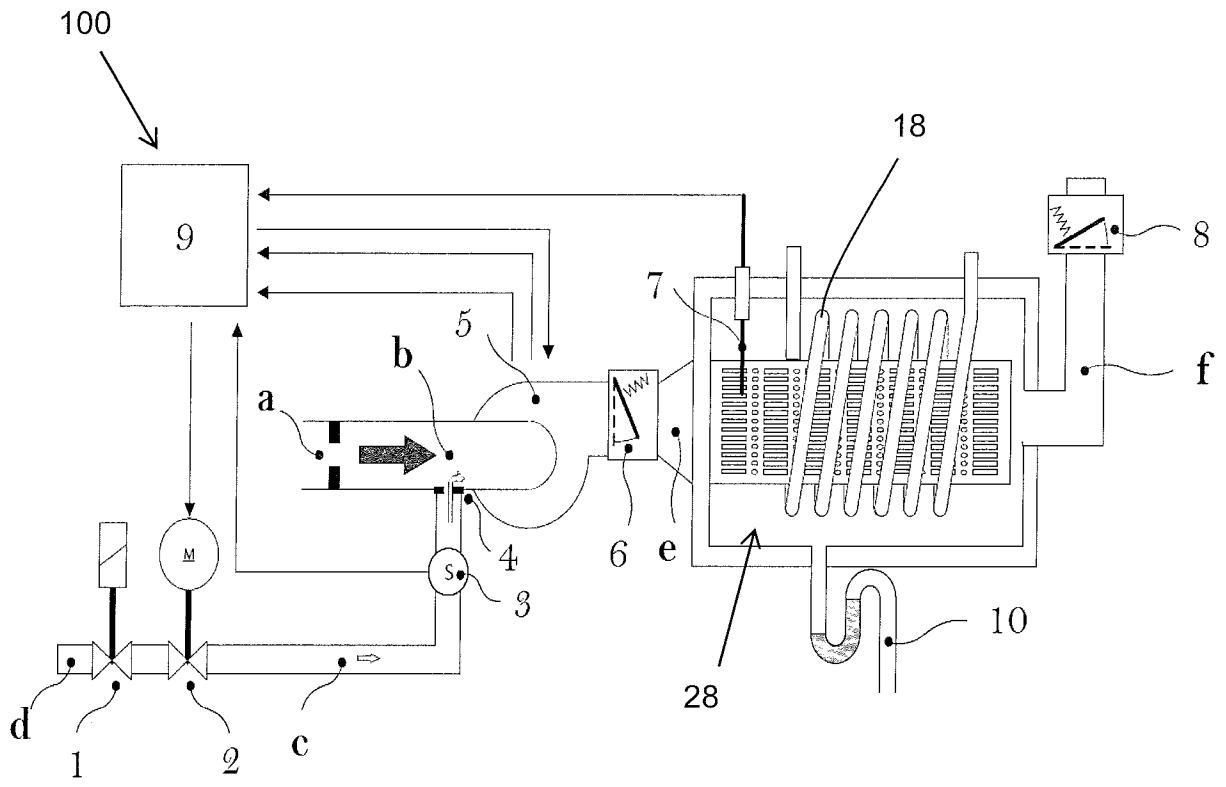


Fig. 1

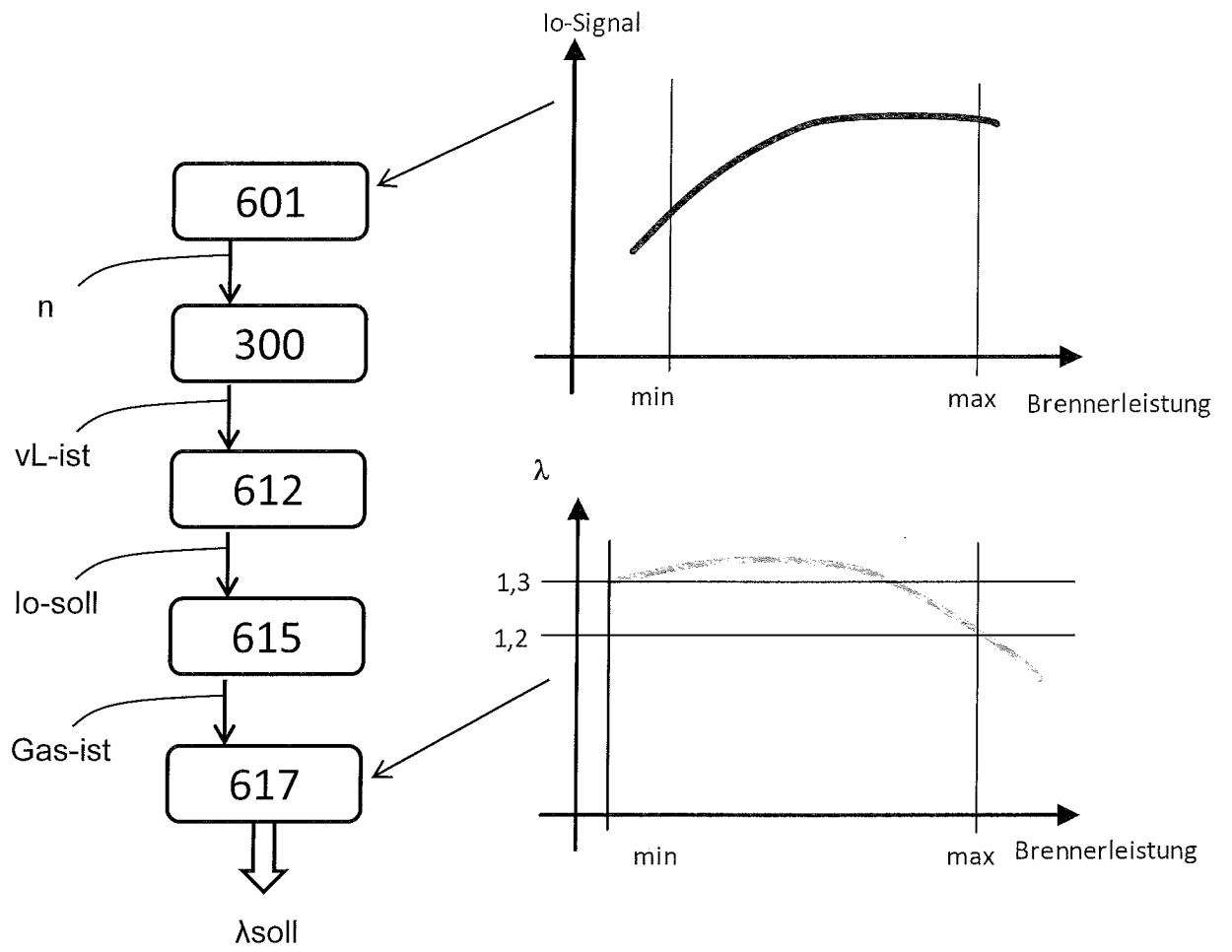


Fig. 2

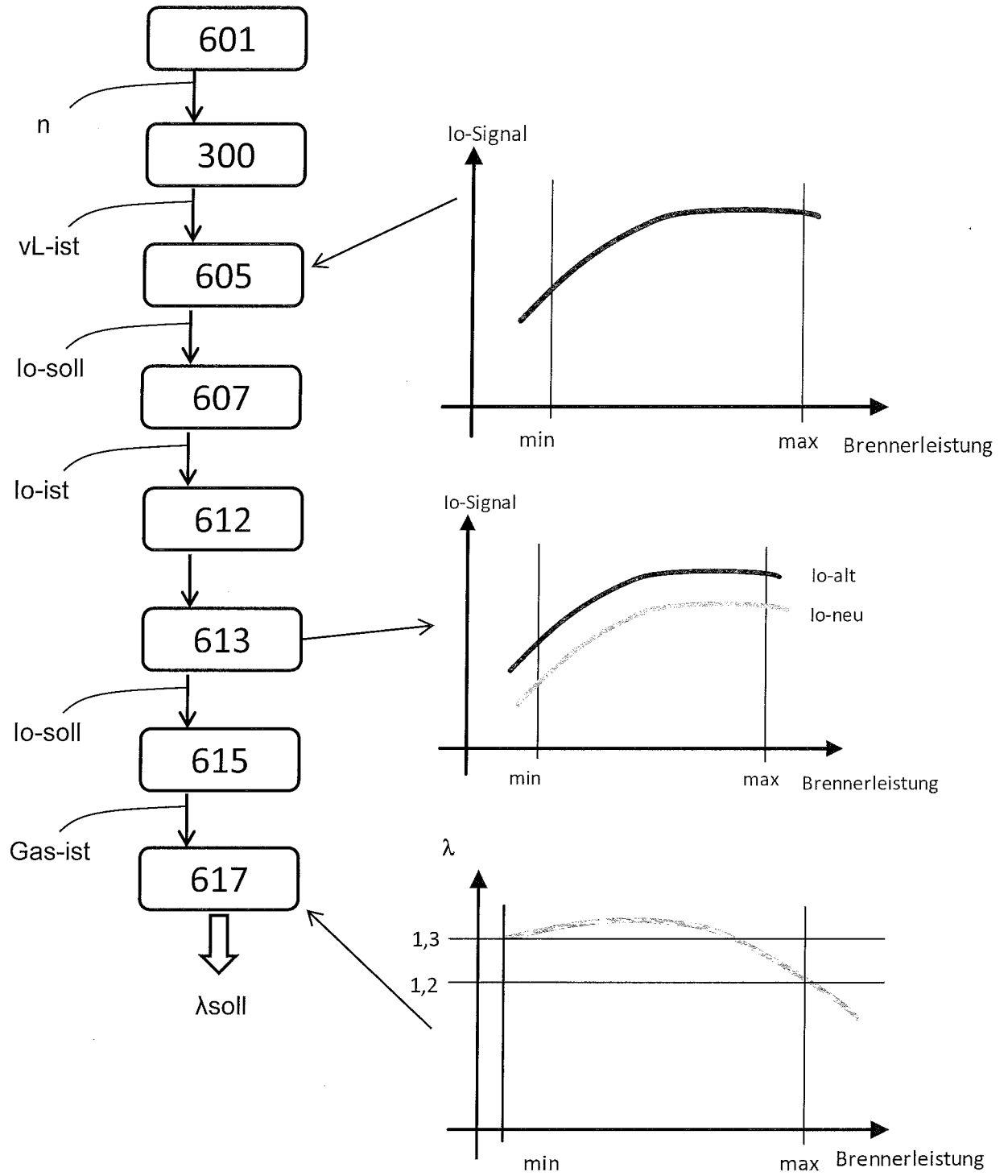


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/071669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>F23N 1/02</i> (2006.01)i; <i>F23N 5/12</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F23N Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006000366 A1 (EBM PAPST LANDSHUT GMBH [DE]; GEIGER MARTIN [DE]; GEIGER ULRICH [DE];) 05 January 2006 (2006-01-05) cited in the application the whole document	1-13
A	EP 2362145 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 August 2011 (2011-08-31) paragraph [0002] paragraph [0006] paragraph [0013]	1-13
A	EP 0770824 A2 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 02 May 1997 (1997-05-02) column 2, lines 8-27	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 16 October 2018		Date of mailing of the international search report 29 October 2018
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Christen, Jérôme Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/071669

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2006000366	A1	05 January 2006	CA	2571520	A1	05 January 2006
				CA	2773654	A1	05 January 2006
				DE	102004055716	A1	12 January 2006
				EP	1902254	A1	26 March 2008
				EP	2594848	A1	22 May 2013
				KR	20070043712	A	25 April 2007
				KR	20110129884	A	02 December 2011
				US	2008318172	A1	25 December 2008
				US	2011033808	A1	10 February 2011
				WO	2006000366	A1	05 January 2006
EP	2362145	A2	31 August 2011	DE	102010008908	A1	25 August 2011
				EP	2362145	A2	31 August 2011
EP	0770824	A2	02 May 1997	AT	189301	T	15 February 2000
				CA	2188616	A1	26 April 1997
				EP	0770824	A2	02 May 1997
				US	5924859	A	20 July 1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F23N1/02 F23N5/12
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F23N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2006/000366 A1 (EBM PAPST LANDSHUT GMBH [DE]; GEIGER MARTIN [DE]; GEIGER ULRICH [DE];) 5. Januar 2006 (2006-01-05) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	----- EP 2 362 145 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. August 2011 (2011-08-31) Absatz [0002] Absatz [0006] Absatz [0013]	1-13
A	----- EP 0 770 824 A2 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 2. Mai 1997 (1997-05-02) Spalte 2, Zeilen 8-27 -----	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Oktober 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/10/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Christen, Jérôme

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/071669

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006000366 A1	05-01-2006	CA 2571520 A1	05-01-2006
		CA 2773654 A1	05-01-2006
		DE 102004055716 A1	12-01-2006
		EP 1902254 A1	26-03-2008
		EP 2594848 A1	22-05-2013
		KR 20070043712 A	25-04-2007
		KR 20110129884 A	02-12-2011
		US 2008318172 A1	25-12-2008
		US 2011033808 A1	10-02-2011
		WO 2006000366 A1	05-01-2006

EP 2362145 A2	31-08-2011	DE 102010008908 A1	25-08-2011
		EP 2362145 A2	31-08-2011

EP 0770824 A2	02-05-1997	AT 189301 T	15-02-2000
		CA 2188616 A1	26-04-1997
		EP 0770824 A2	02-05-1997
		US 5924859 A	20-07-1999
