



(11) **EP 1 837 600 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.09.2009 Patentblatt 2009/37

(51) Int Cl.:
F24C 7/08 ^(2006.01) **A21B 3/04** ^(2006.01)
G01N 27/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07005760.9**

(22) Anmeldetag: **21.03.2007**

(54) **Verfahren zur Überwachung bzw. Steuerung oder Regelung eines geschlossenen Elektrowärmeegerätes**

Method for controlling or monitoring or regulating a closed electric heating device

Procédé de surveillance, de commande ou de réglage d'un appareil de chauffage électrique fermé

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **24.03.2006 DE 102006014515**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.09.2007 Patentblatt 2007/39

(73) Patentinhaber: **E.G.O. ELEKTRO-GERÄTEBAU GmbH**
75038 Oberderdingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Schönemann, Konrad**
75056 Sulzfeld (DE)

• **Thimm, Wolfgang**
76137 Karlsruhe (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner**
Kronenstrasse 30
70174 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 567 813 **EP-A- 1 300 079**
DD-A1- 237 550 **DE-A1- 10 143 841**
DE-A1- 10 335 295 **DE-B3- 10 323 653**
FR-A- 2 679 657 **FR-A- 2 849 167**
GB-A- 2 207 514 **US-A- 5 689 060**

EP 1 837 600 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

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung bzw. Steuerung oder Regelung eines geschlossenen Elektrowärmeegerätes mit geschlossenem Heizraum, insbesondere ein Backofen, Dampfgarer oder Wäschetrockner.

[0002] Aus der DE 101 43 841 A1 ist es bekannt, die Unterschiede in der Schallgeschwindigkeit zwischen trockener und feuchter Luft auszuwerten zur Bestimmung der Dichte. Dabei wird die Laufzeit eines Schallimpulses gemessen und ausgewertet.

[0003] Aus der DE 101 03 658 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Gasen bekannt, wobei die Reaktion eines Sensors auf einen Temperatursprung ausgewertet wird. Hier ist auch erläutert, inwiefern Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit von Gasen grundsätzlich zu deren Charakterisierung verwendet werden können.

[0004] Aus der EP 615 400 B1 ist es bekannt, dass unterschiedliche Gassensoren in einem Backofen ausgewertet werden können bei der Zubereitung von Speisen.

[0005] Ein weiteres Verfahren zur Überwachung, Steuerung oder Regelung offenbart die EP-A-0 567 813.

Aufgabe und Lösung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein eingangs genanntes Verfahren derart weiterzuentwickeln, dass damit ein genanntes Elektrowärmeegerät vorteilhaft betrieben werden kann und insgesamt eine vorteilhafte Möglichkeit geschaffen werden kann, mit sogenannten Gassensoren ein Elektrowärmeegerät zu betreiben.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit dem Merkmal des Anspruchs 1. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Elektrowärmeegerät eine Heizung und eine Temperaturerfassung in dem Heizraum aufweist sowie eine Steuereinrichtung samt Mitteln zur Erfassung der Zeit sowie der Heizleistung der Heizung. Das Elektrowärmeegerät bzw. seine Heizung werden dabei vorteilhaft taktend betrieben. Der zeitliche Verlauf mindestens eines Signals der Temperaturerfassung sowie der zeitliche Verlauf der Heizleistung werden erfasst in der Steuereinrichtung, wobei daraus der Zustand im Heizraum bzw. Bestandteile von darin enthaltenen Gasen bestimmt werden. Die so erhaltenen Informationen werden zur Überwachung von im Backofen vorhandenen Sensoren oder zur Steuerung bzw. Regelung des Betriebs des Elektrowärmege-

rätes verwendet.

[0009] Insbesondere können dadurch die Bestandteile der Atmosphäre im Heizraum bzw. darin enthaltene Gase nach Art und Konzentration erkannt werden. Daraus wiederum kann zum einen auf die Art von enthaltenem Backgut oder dergleichen geschlossen werden sowie auf dessen Zustand, wie dies beispielsweise in der DE 103 40 146 A1 beschrieben ist. Insbesondere ist mit der Erfindung auch eine Feuchtemessung möglich, wobei mit großem Vorteil auf spezielle Gassensoren oder Feuchteensoren verzichtet werden kann.

[0010] Die Temperaturerfassung kann vorteilhaft einen Temperatursensor aufweisen, wobei in der Temperaturerfassung die Reaktion des Temperatursensors auf einen Temperatursprung im Heizraum erfasst wird. Aus dieser Reaktion bzw. den entsprechenden Informationen können die Wärmeleitfähigkeit und/oder die Luftfeuchtigkeit der Atmosphäre im Heizraum über die Temperatursensorsignale bestimmt werden. Besonders vorteilhaft kann dies anhand der Laufzeit bzw. Amplitude der Sensorsignale erfolgen, da diese einen Rückschluss auf die gewünschten Informationen erlauben.

[0011] Mit Vorteil kann die Erfindung auch erreichen, dass vorhandene Funktionseinheiten, beispielsweise in einem Backofen, genutzt werden können und keine weiteren gebraucht werden. Eine Heizung ist zwangsläufig und standardmäßig in einem Backofen vorgesehen, Mittel zur Temperaturerfassung, beispielsweise Temperatursensoren, ebenfalls. Zwar sind diese teilweise thermomechanisch ausgebildet mit Ausdehnungsdose und Kapillarrohr-Verbindung zur einer Temperaturerfassungsvorrichtung. Teilweise werden jedoch bereits elektrische Temperatursensoren verwendet, die elektronisch durch eine entsprechende Steuerung ausgewertet werden können.

[0012] Anhand der gewonnenen Sensorsignale kann vorteilhaft bestimmt werden, welche Gase sich in der Atmosphäre des Heizraums befinden, wobei hierfür ein Vergleich der Werte für Laufzeit und/oder Amplitude der Sensorsignale mit in der Steuereinrichtung abgespeicherten Werten für die Sensorsignale stattfindet. Wenn die Signalverläufe ausreichend ähnlich sind, ist auch die Bestimmung der entsprechenden Gase oder ihrer Anteile für den Fachmann in bekannter Art und Weise möglich. Auch hierzu wird auf die vorgenannte DE 103 40 146 A1 verwiesen.

[0013] Es ist weiterhin gemäß einer ersten Möglichkeit denkbar, dass die vorgenannten Temperatursprünge durch einen taktenden Betrieb der Heizung erzeugt werden. Insbesondere kann dies durch einen im Dauerbetrieb regelmäßigen taktenden Betrieb erfolgen, wie er beispielsweise der als normal vorgesehenen Betriebsweise des Elektrowärmeegerätes entspricht. Dies bedeutet also beispielsweise bei einem üblichen Backofen, dass dort ebenfalls die Heizung taktend betrieben wird, und zwar eingeschaltet mit Vollast oder ausgeschaltet. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass bei einer der normalen Betriebsweisen des Elektrowärmeegerätes nichts am Ab-

lauf geändert werden muss, so dass sowohl der Betrieb ungestört verlaufen kann als auch der Aufwand für abweichende Steuerverfahren eingespart werden kann.

[0014] Gemäß einer zweiten Möglichkeit kann ein Temperatursprung für die Temperaturerfassung und Bestimmung der Atmosphäre im Heizraum abweichend von den ansonsten gerade herrschenden Betriebsbedingungen durch eine Heizung gezielt initiiert werden. Dies bedeutet also eine Durchbrechung der vorgenannten normal vorgesehenen Betriebsweise des Elektrogerätes. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass dann ein stets gleicher Temperatursprung durchgeführt werden kann. Er ist insbesondere insofern stets gleich, als dass er von einer herrschenden Grund-Temperatur einen bestimmten prozentualen Anteil abweicht. Alternativ kann er stets um eine bestimmte absolute Temperaturdifferenz abweichen. Dies wiederum vereinfacht die Auswertung der gewonnenen Sensorsignale, wenngleich dafür eine geringe Störung oder Änderung der Betriebsweise des Elektrowärmeegerätes nötig ist.

[0015] Bei bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist der Temperatursprung ein Sprung nach oben, also mit ansteigender Temperatur. Vorteilhaft werden ausschließlich Temperatursprünge nach oben erzeugt. Dies weist den Vorteil auf, dass im Gegensatz zu Temperatursprüngen nach unten eine größere Steigung erzielt werden kann, da der Temperatursprung nach oben gezielt durch die Heizung beeinflusst werden kann. Ein Temperatursprung nach unten ist nur durch Abschalten der Heizung sowie daran anschließendes Abkühlen des Heizraums möglich, wobei dies aufgrund dessen üblicher guter thermischer Dämmung langsam erfolgt.

[0016] In weiterer besonders bevorzugter Ausgestaltung ist es auch möglich, dass nach dem Temperatursprung nach oben und dessen Beendigung die Abkühlung bzw. Abkühlrate an dem Temperatursensor erfasst wird. Somit ist es möglich, eine schnellere Abkühlung als sonst zu bewirken bzw. unter Umständen sowohl Anstieg der Temperatur während des Temperatursprungs als auch Abkühlung bzw. Abfallen der Temperatur zu erfassen. Da der Temperatursprung nach oben von der Heizung eingeleitet wird und in der Atmosphäre im Heizraum abhängig vom Abstand zu der Heizung erfasst werden kann, nicht jedoch unbedingt zu einem gleichmäßigen Anstieg der Gesamttemperatur im Heizraum führt, ist die anschließende Abkühlung auch stärker als aus dem normalen Zustand der Temperaturverhältnisse heraus.

[0017] Ein Temperatursprung kann für eine relativ überschaubare Dauer erzeugt werden, beispielsweise wenige Minuten oder sogar weniger als eine Minute. Eine daran anschließende Abkühlung mit einer Abkühlrate A kann, bis der "normale" Temperaturwert nach einem Temperaturanstieg wieder erreicht ist, länger dauern, insbesondere einige Minuten.

[0018] Die Abkühlrate A ist im einfachsten Fall einfach durch den Quotienten $A=(T1-T2)/(t1-t2)$ definiert, wobei T1 und T2 die Temperaturen am Sensor zu den Zeiten t1 und t2 sind. Für ein vorgegebenes Zeitintervall t1-t2

sind daher einfach die beiden Temperaturen T1 und T2 zu bestimmen, um die Abkühlrate A zu bilden. Die Vorgabe des Zeitintervalls kann sich einerseits an den praktischen Gegebenheiten für die Zeiten der Backofensteuerung andererseits auch an der Sensoranordnung hinsichtlich der nötigen Genauigkeiten orientieren. Auf jeden Fall sind die Zeitintervalle in Abhängigkeiten der übrigen Anordnungen so zu wählen, dass sichergestellt wird, dass die Störungen im System kleiner sind als die Effekte, die tatsächlich auf den unterschiedlichen Zustand der Gase zurückzuführen sind.

[0019] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere Temperatursensoren vorhanden für eine Temperaturerfassung. Sie können vorteilhaft einen unterschiedlichen Abstand zu der Heizung aufweisen, um neben dem reinen zeitlichen Verhalten der Temperatur auch einen örtlichen Verlauf der Temperatur zu erfassen. Beispielsweise können zwei bis fünf Temperatursensoren vorgesehen sein, wobei natürlich zu beachten ist, dass sowohl der Aufwand für die Auswertung der jeweiligen Sensorsignale mit der Anzahl ansteigt als auch der zusätzliche konstruktive Aufwand für die mehreren Temperatursensoren. Dieser sollte eigentlich in Grenzen gehalten werden.

[0020] Besonders interessant ist die Verwendung von Sensoren bzw. Temperatursensoren, die zeitweilig auch andere Funktionen wahrnehmen können. Dies könnten z.B. Funktionen als Lampe oder zur Kontrolle einer Türverriegelung sein.

[0021] Bei einer Auswertung der Sensorsignale kann die Wärmeleitfähigkeit der Atmosphäre in dem Heizraum erfasst werden. Daraus kann auch auf die Zusammensetzung der Atmosphäre aus verschiedenen Gasen geschlossen werden anhand deren spezifischer Werte für ihre Wärmeleitfähigkeit. Diese Werte sind in der Steuereinrichtung abgespeichert und können abgerufen werden.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausbildung der Erfindung kann aus der Laufzeit eines Sensorsignals der Temperaturerfassung auf Eigenschaften der Atmosphäre bzw. der Gase im Heizraum geschlossen werden. Diese Eigenschaften sind Wärmeleitfähigkeit, Wärmeleitkapazität und/oder Dichte eines Trägermediums bzw. der Atmosphäre. Auch hierzu kann ein Vergleich mit in der Steuereinrichtung abgespeicherten entsprechenden Werten erfolgen.

[0023] Gemäß einer wiederum weiteren Ausbildung der Erfindung kann aus der Amplitude eines Sensorsignals der Temperaturerfassung auf Eigenschaften in der Atmosphäre im Heizraum geschlossen werden, insbesondere die vorgenannten Eigenschaften. Auch hier ist wiederum ein Vergleich mit in der Steuereinrichtung abgespeicherten Werte möglich.

[0024] Die Temperatursprünge können nicht nur außerhalb der normalen Betriebsweise des Elektrowärmeegerätes vorgesehen werden, sondern auch durch eine zusätzliche Heizung erzeugt werden. Diese zusätzliche Heizung kann nicht für die als normal angesehene Be-

triebsweise des Elektrowärmeegerätes bzw. nicht für die gerade gewählte Betriebsweise vorgesehen sein. So kann beispielsweise bei einem Backofen mit Umluftbetrieb ein oben im Heizraum angebrachter Grill kurzzeitig betrieben werden zur Erzeugung des Temperatursprungs. Dieser ist zwar standardmäßig in den Backofen eingebaut, für die Betriebsweise mit Umluft jedoch nicht vorgesehen.

[0025] Als Heizung in dem Heizraum kann einerseits eine Strahlungsheizeinrichtung vorgesehen sein, die entweder mit Temperaturen im Bereich von glühenden Heizleitern betrieben wird, beispielsweise 800°C bis 1100°C. Eine solche Strahlungsheizeinrichtung kann beispielsweise offenliegende Heizleiter aufweisen und ist in der DE 42 29 375 A1 beschrieben.

[0026] Eine besonders interessante Variante kann dadurch erreicht werden, dass der elektrische Widerstand der Strahlungsheizung, falls diese gerade nicht in Betrieb ist, eine große Temperaturabhängigkeit aufweist und somit die Strahlungsheizung bzw. ein Heizelement oder Heizwiderstand davon quasi selbst als Temperatursensor benutzt werden kann. Genauer gesagt sind dies Heizelemente mit NTC oder PTC-Effekt oder Kombinationen aus beiden. Welche Art von Heizelement günstiger für die Temperaturerfassung ist, hängt insbesondere auch von der Anordnung zwischen Temperatursensor und Heizelement ab, das den Temperatursprung erzeugt. Für relativ niedrige Temperaturen bietet der NTC-Effekt, für relativ hohe Temperaturen wiederum der PTC-Effekt Vorteile bei der Auswertung. Heizleiter mit NTC-Effekt können dotierte halbleitende Keramiken sein, vorzugsweise aus dotiertem und gesintertem Siliciumcarbid (SiC), oder Lampen, welche Heizleiter, beispielsweise auf Basis von Kohlenstoff (Kohlefaser oder Carbon nanotubes) beinhalten. Heizleiter mit PTC-Effekt können beispielsweise als sogenannte Halogenstrahler ausgeführt sein, wobei hier die Ausführungsform einer Lampe entsprechen kann, mit einem Heizleiter vorzugsweise aus Wolfram oder Molybdän bzw. Legierungen daraus.

[0027] Alternativ zu einer Strahlungsheizeinrichtung kann ein Rohrheizkörper in dem Heizraum vorgesehen sein, bei dem ein Heizleiter in einer Ummantelung angeordnet ist. Als weitere Alternative kann eine Heißluftzuführung als Heizung verwendet werden. Eine Heizeinrichtung dieser Heißluftzuführung ist üblicherweise außerhalb des Heizraums angeordnet und weist ein Gebläse odgl. auf, um die Heißluft in den Heizraum zu bringen. Ist das Elektrowärmeegerät ein Backofen, so kann auch eine Kombination von vorbeschriebenen Arten von Heizungen vorgesehen sein. Vorteilhaft ist eine Strahlungsheizeinrichtung oder ein Rohrheizkörper samt einer Heißluftzuführung vorgesehen, wobei Strahlungsheizeinrichtung oder Rohrheizkörper beispielsweise auch für eine Grillfunktion verwendet werden können.

[0028] Genau wie vorbeschrieben bei Strahlungsheizkörper ist es auch möglich, einen Rohrheizkörper so auszuführen, dass er zeitweise Sensorfunktionen ausüben kann. Entsprechende Ausführungsformen für Rohrheiz-

körper sind dem Fachmann bekannt. Es ist allerdings explizit darauf hinzuweisen, dass beim Betrieb von Rohrheizkörpern mit PTC-Effekt diverse Flickernormen einzuhalten sind. Eine dem Fachmann auf dem Gebiet der Strahlungsheizkörper bekannte Variante, die unter dem Namen HaloLight auf dem Markt ist und der EP 176027 A1 zu entnehmen ist, besteht in einer Reihenschaltung von Halogen-Heizelementen als PTC-Heizelemente und Heizelementen mit "normalem" Widerstandsheizdraht (beispielsweise FeCrAl, NiCr 8020 oder FeNiCr3020,...).

[0029] Mit den gewonnenen Informationen über die Atmosphäre im Heizraum bzw. ihrer Zusammensetzung können beispielsweise Gas- oder Feuchtesensoren in dem Elektrowärmeegerät eingespart werden. So kann das Verfahren dann zur Steuerung oder Regelung des Elektrowärmeegerätes dienen. Alternativ können diese Gas- oder Feuchtesensoren überwacht werden, insbesondere auf Fehlfunktionen odgl.. Des Weiteren kann ein unvorhergesehener oder kritischer Zustand in dem Heizraum erkannt werden, beispielsweise ein Anbrennen von darin befindlichen Gegenständen bzw. Nahrungsmitteln oder Speisen oder ein Entstehen sonstiger Gase, die bei dieser Betriebsweise nicht entstehen sollten.

[0030] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0031] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Innenansicht eines Backofens gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung mit einer Heizung und Temperatursensor,
- Fig. 2 eine Innenansicht eines Backofens gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung mit zwei Heizungen und einer Alternativposition für den Temperatursensor und
- Fig. 3 bis 6 verschiedene Kurven des Verlaufs der Temperatur über der Zeit bei unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Temperaturen.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0032] Fig. 1 zeigt in einem seitlichen schematisch Schnitt einen Backofen 11 mit einem Gehäuse 12. Eine Tür 13 ermöglicht den Zugang zu der Muffel bzw. dem Heizraum 15 des Backofens 11. In dem Heizraum 15 kann Gargut 17, beispielsweise ein Auflauf oder ein sonstiges Nahrungsmittel, das in einem Backofen zubereitet werden kann, stehen.

[0033] In dem Backofen 11 befindet sich eine Heizung 19. Diese ist hier als Rohrheizkörper ausgebildet, wie er grundsätzlich bekannt ist. Er kann zumindest an der Oberseite des Heizraums 15 mäanderartig oder als einzelne Schleife verlegt sein.

[0034] Des weiteren ragt eine Temperaturerfassung 21 in den Heizraum 15. Sie kann als eine Art Temperatursensor ausgebildet sein und, ebenso wie die Heizung 19, mit einer Steuerung 23 verbunden sein. Während die Steuerung 23 die Heizung 19 sowohl ansteuern kann als auch unter Umständen auch nur ihren Betrieb überwachen kann, wird die Temperaturerfassung 21 von der Steuerung 23 angesteuert und auch ausgewertet, insbesondere explizit als Temperaturverlauf mit konkreten Werten für die Temperatur. Geeignet sind hierzu Temperatursensoren wie beispielsweise Widerstandssensoren bzw. PT1000-Sensoren. Ein Bedienelement 25 ist mit der Steuerung 23 verbunden, beispielsweise als Drehknebel zum Einstellen einer Heizleistung für die Heizung 19.

[0035] In Fig. 2 ist in Erweiterung des Backofens 11 aus Fig. 1 ein Backofen 111 dargestellt, der neben der Heizung 119 auch noch eine zweite Heizung 120 in dem Heizraum 115 aufweist. Des weiteren ist neben dem Temperatursensor 121 ähnlich der Fig. 1 noch gestrichelt eine andere Position für einen Temperatursensor 121' dargestellt. Die Position dieses gestrichelt dargestellten Temperatursensors 121' ist deutlich weiter entfernt von der oberen Heizung 119 und dafür ein Stück näher an der unteren Heizung 120. Darauf wird später noch genauer eingegangen. Diese größere Entfernung bedeutet bei der Temperaturerfassung zum Einen einen erheblich niedrigeren Wert für die erfassten Temperaturen. Zum Anderen erfolgt eine etwas verzögerte Temperaturerfassung, da sich die Wärme von den Heizungen aus erst einmal hin zu der jeweiligen Position des Temperatursensors ausbreiten muß.

Funktion

[0036] Die Funktion eines Backofens 11 bzw. 111 sowie der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens wird anhand der Fig. 3 bis 6 für derartige Backöfen 11 bzw. 111 erläutert. Die Diagramme in den Fig. 3 bis 6 enthalten jeweils Angaben zu Temperaturen in °C sowie den dafür definierten relativen Luftfeuchten. Erfasst wurden insgesamt jeweils drei Temperaturen, nämlich 30°C, 60°C und 90°C sowie zwei Luftfeuchten, nämlich 20% und 90%.

Ausgehend von diesen Anfangsbedingungen wurden Temperatursprünge erzeugt durch die Heizungen 19 oder 119. Die Heizung 120 für die Unterhitze gemäß Fig. 2 wurde hierbei außer Acht gelassen, wobei ihr Betrieb nichts grundlegend ändern würde. Des weiteren wurde der Abstand des Temperatursensors 21 bzw. 121 von der Heizung variiert. Die verschiedenen Werte sind ein Abstand von 1 cm, 5 cm und 10 cm, wobei die jeweiligen Temperaturverläufe durchgezogen, gestrichelt oder punktiert dargestellt sind. Der besseren Vergleichbarkeit halber sind in Fig. 6 für beide Werte der relativen Luftfeuchte sämtliche Verläufe mit unterschiedlichem Abstand in ein Diagramm eingezeichnet, dazu später mehr.

[0037] In Fig. 3 ist zu sehen, wie ausgehend von der Anfangstemperatur 90°C ein Temperatursprung erzeugt wird durch Betrieb der Heizung. Daraufhin steigt die Temperatur an dem Temperatursensor relativ steil an für etwa die ersten 25 Sekunden, um dann in einen langsameren Anstieg noch etwas weiter zu steigen. Der Anstieg ist für die beiden größeren Abstände von 5 cm und 10 cm etwas langsamer und erreicht natürlich weitaus geringere Werte. Nach etwa 60 Sekunden wird die Heizung wieder abgeschaltet und die Temperatur fällt entsprechend ab.

[0038] Aus Fig. 3 ist zu erkennen, dass die Temperaturverläufe eine bestimmte charakteristische Form haben, die natürlich nicht überrascht. Die Kurve ist jedoch erkennbar grundsätzlich geeignet für eine charakteristische Unterscheidung zu anderen Kurven.

[0039] Aus dem Vergleich der Diagramme in Fig. 4 und Fig. 5, die beide bei Ausgangstemperatur 30°C und nur bei unterschiedlichen relativen Luftfeuchten starten, kann eine gewisse Unterscheidbarkeit vorgenommen werden. Zugegebenermaßen ist der Unterschied im Kurvenverlauf nicht besonders groß. Betrachtet man dagegen anhand der Messwerte vor allem die Abkühlraten, also ab etwa 60 Sekunden nach dem Ausschalten der Heizung, so werden Unterschiede deutlicher. Die Temperaturwerte bei der höheren Luftfeuchte sinken langsamer, das bedeutet, dass der Temperaturabfall geringer ist bzw. eben langsamer.

[0040] Da, wie gesagt, die Abkühlraten bzw. das Abkühlverhalten besser auswertbar sind, ist in Fig. 6 für den Ausgangs-Temperaturwert 60°C nur die Abkühlung dargestellt. Die Abkühlrate kann bei einem festen Zeitintervall anhand der Temperaturdifferenz bestimmt werden. Hier ist vor allem für den Verlauf des Messwerts bei einem Abstand von einem Zentimeter zu erkennen, dass vor allem für Zeiten ab knapp 50 Sekunden die Temperatur bei hoher Luftfeuchte langsamer sinkt als bei geringer Luftfeuchte. Zumindest in diesem Bereich kann eine Auswertung der Messdaten erfolgen. Um rechnerisch in der Steuerung 23 zu unterscheiden, ob es sich bei den Unterschieden um einen wirklichen Messeffekt handelt aufgrund der tatsächlichen physikalischen Wärmeleitfähigkeit im Heizraum 15 oder lediglich um Messungenauigkeiten, können Mittelwert und Standardabweichung der relativen Unterschiede der beiden Luftfeuchten berechnet werden. Ist der Mittelwert dabei klei-

ner als die Standardabweichung, so handelt es sich um zufällige Messungenauigkeiten. Diese wiederum können nicht zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und damit nicht zur Messung der Luftfeuchte benutzt werden. Ist dagegen der Mittelwert größer als die Standardabweichungen, so handelt es sich um einen Effekt, der zur Bestimmung der Luftfeuchte genutzt werden kann.

[0041] Auch wenn die Fig. 6 auf den ersten Blick etwas anderes vermuten lässt, so sind bei den Entfernungen 1 cm und 5 cm des Temperatursensors 21 von der Heizung 19 die Unterschiede zwischen den Messungen kleiner als die Standardabweichungen. Somit ist hier der experimentelle Fehler zu groß um die Wärmeleitfähigkeit eindeutig zu bestimmen. Bei 10 cm Abstand wiederum ist der mittlere Unterschied zwischen den Luftfeuchten signifikant größer als die Standardabweichung, so dass hier aus der gemessenen Temperatur auf die Wärmeleitfähigkeit und damit auf die Luftfeuchte geschlossen werden kann.

[0042] Grundsätzlich lässt sich durch eine optimierte Anordnung von Temperatursensoren und Heizelementen, insbesondere auch hinsichtlich der Trägheit, sowie einer geeigneten Sensorauflösung, vorzugsweise von 1/100 K, eine gute Ausführungsform erreichen. Es zeigt sich aber auch, dass eine solche Anordnung nicht selbstverständlich ist, wodurch gerade der erfinderische Aspekt unterstrichen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung bzw. Steuerung oder Regelung eines geschlossenen Elektrowärmeegerätes (11, 111) mit einem geschlossenen Heizraum (15, 115), insbesondere eines Backofens (11, 111), Dampfgarers oder Wäschetrockners, und mit einer Heizung (19, 119, 120) und Temperaturerfassung (21, 121, 121') in dem Heizraum und mit einer Steuereinrichtung (23, 123) samt Mitteln zur Zeiterfassung sowie zur Erfassung der Heizleistung der Heizung, wobei das Elektrowärmeegerät bzw. die Heizung taktend betrieben werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitliche Verlauf mindestens eines Signals der Temperaturerfassung und der zeitliche Verlauf der Heizleistung erfasst werden in der Steuereinrichtung (23, 123) und daraus der Zustand im Heizraum (15, 115) bzw. Bestandteile von darin enthaltenen Gasen bestimmt wird, wobei die so erhaltenen Informationen zur Überwachung von im Elektrowärmeegerät vorhandenen Sensoren oder zur Steuerung bzw. Regelung des Betriebs des Elektrowärmeegerätes verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturerfassung einen Temperatursensor (21, 121, 121') aufweist und in der Temperaturerfassung die Reaktion des Temperatursensors auf einen Temperatursprung im Heiz-

raum (15, 115) erfasst wird und eine Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit oder der Luftfeuchte der Atmosphäre im Heizraum anhand der Sensorsignale des Temperatursensors (21, 121, 121') erfolgt, insbesondere anhand Laufzeit und/oder Amplitude der Sensorsignale.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** anschließend die Gase in dieser Atmosphäre anhand der Sensorsignale bestimmt werden durch Vergleich der Werte für Laufzeit und/oder Amplitude im Vergleich mit in der Steuerung (23, 123) abgespeicherten Werten dafür.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatursprünge durch einen taktenden Betrieb der Heizung (19, 119, 120) erzeugt werden, insbesondere einen taktenden Betrieb entsprechend der als normal vorgesehenen Betriebsweise des Elektrowärmeegerätes (11, 111).
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursprung für die Temperaturerfassung und Bestimmung der Atmosphäre im Heizraum (15, 115) abweichend von den ansonsten gerade herrschenden Betriebsbedingungen durch die Heizung (19, 119, 120) initiiert wird, insbesondere ein stets gleicher Temperatursprung.
6. Verfahren nach Anspruch 2 oder 5 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatursprünge durch einen taktenden Betrieb einer zusätzlichen Heizung (19, 119, 120) erzeugt werden, die nicht für die als normal angesehene Betriebsweise des Elektrowärmeegerätes (11, 111) vorgesehen ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursprung mit ansteigender Temperatur initiiert wird, vorzugsweise nur Temperatursprünge mit ansteigender Temperatur, wobei insbesondere dabei auch die Abkühlrate am Temperatursensor (21, 121, 121') erfasst wird während der Zeit nach dem Temperatursprung.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Temperatursprung für eine Dauer von weniger als einer Minute erzeugt wird, insbesondere als ein Temperaturanstieg.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Temperatursensoren (21, 121, 121') vorhanden sind, insbesondere mit unterschiedlichem Abstand zu der Heizung (19, 119, 120) für den Temperatursprung, vorzugsweise zwei bis fünf Temperatursensoren.

10. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeleitfähigkeit der Atmosphäre im Heizraum (15, 115) erfasst wird und daraus auf die Zusammensetzung der Atmosphäre aus verschiedenen Gasen geschlossen wird anhand deren spezifischer Werte für die Wärmeleitfähigkeit, wobei diese Werte in der Steuereinrichtung (23, 123) abgespeichert sind. 5
11. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Laufzeit eines Sensorsignals der Temperaturerfassung auf Eigenschaften der Atmosphäre im Heizraum (15, 115) geschlossen wird, insbesondere der Wärmeleitfähigkeit, Wärmeleitkapazität und/oder Dichte des Trägermediums. 10 15
12. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Amplitude eines Sensorsignals der Temperaturerfassung auf Eigenschaften der Atmosphäre im Heizraum (15, 115) geschlossen wird, insbesondere der Wärmeleitfähigkeit, Wärmeleitkapazität und/oder Dichte des Trägermediums. 20
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Strahlungsheiz- einrichtung in dem Heizraum (15, 115) als Heizung. 25
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizung (19, 119, 120) bzw. ein Heizelement NTC-Eigen- schaften aufweist, wobei sie insbesondere aus ge- sintertem SiC besteht oder eine Kohlefaserlampe ist. 30
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizung (19, 119, 120) bzw. ein Heizelement PTC-Eigen- schaften aufweist, wobei sie insbesondere eine Halogenlampe aufweist. 35
16. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch **dadurch gekennzeichnet, dass** für den Betrieb der Heizung ein Heizelement mit PTC-Eigenschaften in Reihe mit einem Heizelement aus anderem Heizelei- termaterial geschaltet wird. 40
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **ge- kennzeichnet durch** eine Heißluftzuführung als Heizung, wobei eine Heizeinrichtung dafür außer- halb des Heizraums (15, 115) angeordnet ist und die Heißluft in den Heizraum gebracht wird. 45 50

Claims

1. A method for monitoring or for open- or closed-loop control of a closed electric heating appliance (11, 111) having a closed heating chamber (15, 115), in particular of an oven (11, 111), steamer or tumble-

drier, and having a heater (19, 119, 120) and a temperature detector (21, 121, 121') in the heating chamber and having a control device (23, 123) together with means for recording time and for detecting the heating power of the heater, the electric heating appliance or the heater being operated cyclically, **characterised in that** the time profile of at least one signal of the temperature detector and the time profile of the heating power are recorded in the control device (23, 123) and the situation in the heating chamber (15, 115) or constituents of gases contained therein is/are determined therefrom, the information obtained in this way being used for monitoring sensors present in the electric heating appliance or for open- or closed-loop control of operation of the electric heating appliance.

2. A method according to claim 1, **characterised in that** the temperature detector comprises a temperature sensor (21, 121, 121') and in the temperature detector the response of the temperature sensor to a sudden change in temperature in the heating chamber (15, 115) is detected and the thermal conductivity or the atmospheric humidity of the atmosphere in the heating chamber is determined by means of the sensor signals of the temperature sensor (21, 121, 121'), in particular by means of the propagation delay and/or amplitude of the sensor signals.
3. A method according to claim 2, **characterised in that** the gases in this atmosphere are then determined by means of the sensor signals by comparing the values for propagation delay and/or amplitude with values stored in the controller (23, 123).
4. A method according to claim 2, **characterised in that** the sudden changes in temperature are caused by cyclical operation of the heater (19, 119, 120), in particular cyclical operation corresponding to the mode of operation of the electric heating appliance (11, 111) provided as normal.
5. A method according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** a sudden change in temperature different from the otherwise currently prevailing operating conditions, in particular a sudden change in temperature which is always identical, is initiated by the heater (19, 119, 120) for temperature detection and determination of the atmosphere in the heating chamber (15, 115).
6. A method according to claim 2 or claim 5 and claim 2, **characterised in that** the sudden changes in temperature are caused by cyclical operation of an additional heater (19, 119, 120), which is not provided for the mode of operation of the electric heating appliance (11, 111) regarded as normal.

7. A method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a sudden change in temperature is initiated which takes the form of an increase in temperature, preferably only sudden changes in temperature which take the form of an increase in temperature, the cooling rate at the temperature sensor (21, 121, 121') during the period after the sudden change in temperature then in particular also being detected.
8. A method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a sudden change in temperature is produced for a duration of less than a minute, in particular in the form of an increase in temperature.
9. A method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a plurality of temperature sensors (21, 121, 121') are present, in particular at different distances from the heater (19, 119, 120) for the sudden change in temperature, preferably two to five temperature sensors.
10. A method according to claim 2, **characterised in that** the thermal conductivity of the atmosphere in the heating chamber (15, 115) is detected and a conclusion is drawn therefrom about the atmosphere composed of various gases by means of the specific values thereof for thermal conductivity, these values being stored in the control device (23, 123).
11. A method according to claim 2, **characterised in that** conclusions may be drawn about characteristics of the atmosphere in the heating chamber (15, 115) from the propagation delay of a sensor signal of the temperature detector, in particular the thermal conductivity, thermal capacity and/or density of the carrier medium.
12. A method according to claim 2, **characterised in that** conclusions may be drawn about characteristics of the atmosphere in the heating chamber (15, 115) from the amplitude of a sensor signal of the temperature detector, in particular the thermal conductivity, thermal capacity and/or density of the carrier medium.
13. A method according to any one of the preceding claims, **characterised by** a radiant heating device in the heating chamber (15, 115) as heater.
14. A method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the heater (19, 119, 120) or a heating element displays NTC characteristics, consisting in particular of sintered SiC or being a carbon fibre lamp.
15. A method according to any one of claims 1 to 13,

characterised in that the heater (19, 119, 120) or a heating element displays PTC characteristics, it comprising in particular a halogen lamp.

- 5 16. A method according to the preceding claim, **characterised in that**, for operation of the heater, a heating element with PTC characteristics is connected in series with a heating element of a different heat conducting material.
- 10 17. A method according to any one of claims 1 to 12, **characterised by** a hot air supply as heater, a heating device being arranged therefor outside the heating chamber (15, 115) and the hot air being introduced into the heating chamber.
- 15

Revendications

- 20 1. Procédé de surveillance, de commande ou de réglage d'un appareil de chauffage électrique fermé (11, 111) avec une enceinte de chauffe fermée (15, 115), en particulier d'un four (11, 111), d'un cuiseur à vapeur ou d'un sèche-linge, avec un dispositif de chauffage (19, 119, 120) et un détecteur de température (21, 121, 121') dans l'enceinte de chauffe, et avec un dispositif de commande (23, 123) comprenant des éléments pour entrer la durée ainsi que la puissance de chauffe du dispositif de chauffage, sachant que l'appareil de chauffage électrique ou le dispositif de chauffage sont utilisés de façon cadencée, **caractérisé en ce que** le parcours temporel d'au moins un signal du détecteur de température et le parcours temporel de la puissance de chauffe sont entrés dans le dispositif de commande (23, 123) et qu'à partir de cela les conditions à l'intérieur de l'enceinte de chauffe (15, 115) ou des éléments constitutifs de gaz contenus à l'intérieur sont déterminés, sachant que les informations ainsi obtenues sont utilisées pour la surveillance de capteurs disponibles dans l'appareil de chauffage électrique ou pour la commande ou le réglage du fonctionnement de l'appareil de chauffage électrique.
- 25 30 35 40 45 50 55 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le détecteur de température présente un capteur de température (21, 121, 121') et qu'est saisie, dans le détecteur de température, la réaction du capteur de température à un saut de température dans l'enceinte de chauffe (15, 115) et que la conductibilité thermique ou l'humidité de l'air ambiant dans l'enceinte de chauffe sont déterminées à l'aide des signaux du capteur de température (21, 121, 121'), en particulier à l'aide de la durée et/ou de l'amplitude des signaux de capteur.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les gaz présents dans cet air ambiant sont

ensuite déterminés à l'aide des signaux de capteur par comparaison des valeurs pour la durée et/ou l'amplitude par rapport aux valeurs enregistrées pour cela dans la commande (23, 123).

4. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les sauts de température sont produits par un fonctionnement cadencé du dispositif de chauffage (19, 119, 120), en particulier par un fonctionnement cadencé correspondant au mode de fonctionnement considéré comme normal de l'appareil de chauffage électrique (11, 111).
5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**un saut de température différent des conditions de fonctionnement normalement constatées, en particulier un saut de température toujours identique, est initié par le dispositif de chauffage (19, 119, 120) pour la détection de température et la détermination de l'air ambiant dans l'enceinte de chauffe (15, 115).
6. Procédé selon la revendication 2 ou 5 et 2, **caractérisé en ce que** les sauts de température sont produits par fonctionnement cadencé d'un dispositif de chauffage supplémentaire (19, 119, 120) qui n'est pas prévu pour le mode de fonctionnement considéré comme normal de l'appareil de chauffage électrique (11, 111).
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**est initié un saut de température à température croissante, de préférence seulement des sauts de température à température croissante, sachant en particulier que la vitesse de refroidissement sur le capteur de température (21, 121, 121') pendant la période suivant le saut de température est ici également saisie.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un saut de température est produit pour une durée de moins d'une minute, en particulier sous forme d'une hausse de température.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** sont disponibles plusieurs capteurs de température (21, 121, 121'), en particulier à des distances différentes du dispositif de chauffage (19, 119, 120) produisant le saut de température, de préférence deux à cinq capteurs de température.
10. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**est détectée la conductibilité thermique de l'air ambiant dans l'enceinte de chauffe (15, 115) et qu'il en découle la composition de l'air ambiant en différents gaz à l'aide de leurs valeurs spécifiques pour

la conductibilité thermique, sachant que ces valeurs sont enregistrées dans le dispositif de commande (23, 123).

- 5 11. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la durée d'un signal de capteur du détecteur de température permet de déduire des propriétés de l'air ambiant dans l'enceinte de chauffe (15, 115), en particulier concernant la conductibilité thermique, la capacité thermique et/ou la densité du fluide porteur.
- 10 12. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'amplitude d'un signal de capteur du détecteur de température permet de déduire des propriétés de l'air ambiant dans l'enceinte de chauffe (15, 115), en particulier concernant la conductibilité thermique, la capacité thermique et/ou la densité du fluide porteur.
- 15 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** un dispositif de chauffage radiant dans l'enceinte de chauffe (15, 115) en tant que dispositif de chauffage.
- 20 14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage (19, 119, 120) ou élément chauffant présente des caractéristiques CTN, sachant en particulier qu'il est en SiC fritté ou est une lampe de fibre de carbone.
- 25 15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de chauffage (19, 119, 120) ou un élément chauffant présente des caractéristiques CTP, sachant en particulier qu'il présente une lampe halogène.
- 30 16. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que**, pour faire fonctionner le dispositif de chauffage, un élément chauffant présentant des caractéristiques CTP est connecté en série avec un élément chauffant constitué d'un autre matériau conducteur de chaleur.
- 35 17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé par** une alimentation en air chaud en tant que dispositif de chauffage, sachant qu'un dispositif de chauffage est pour cela disposé en dehors de l'enceinte de chauffe (15, 115) et que l'air chaud est amené dans l'enceinte de chauffe.
- 40
- 45
- 50
- 55

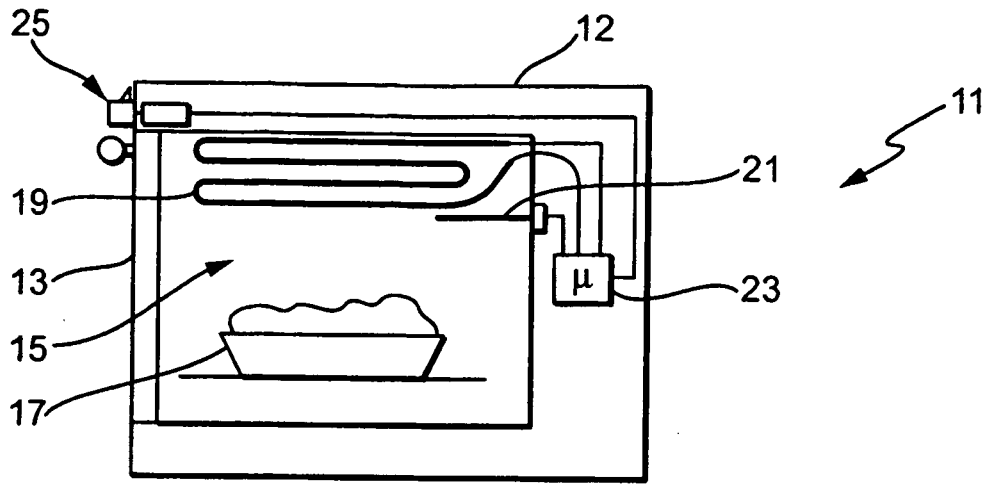


Fig. 1

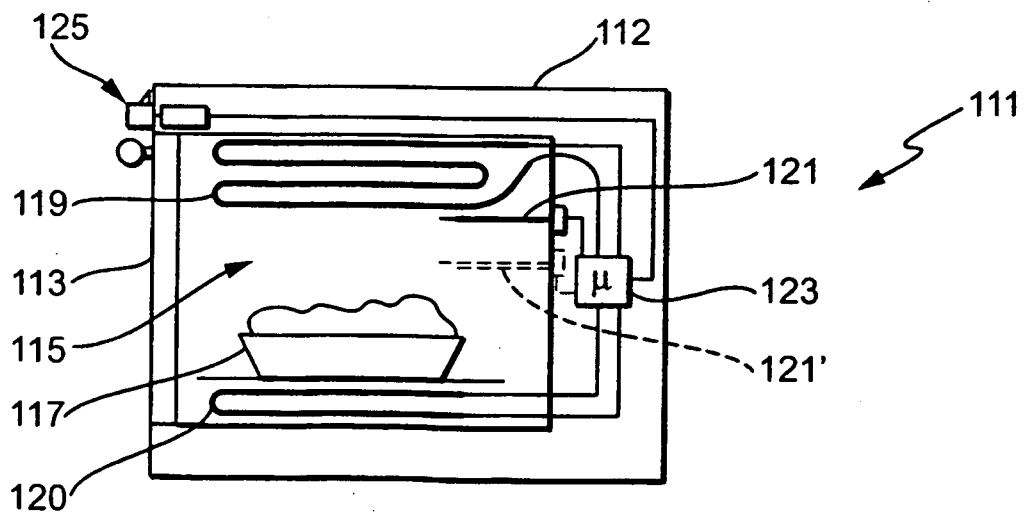


Fig. 2

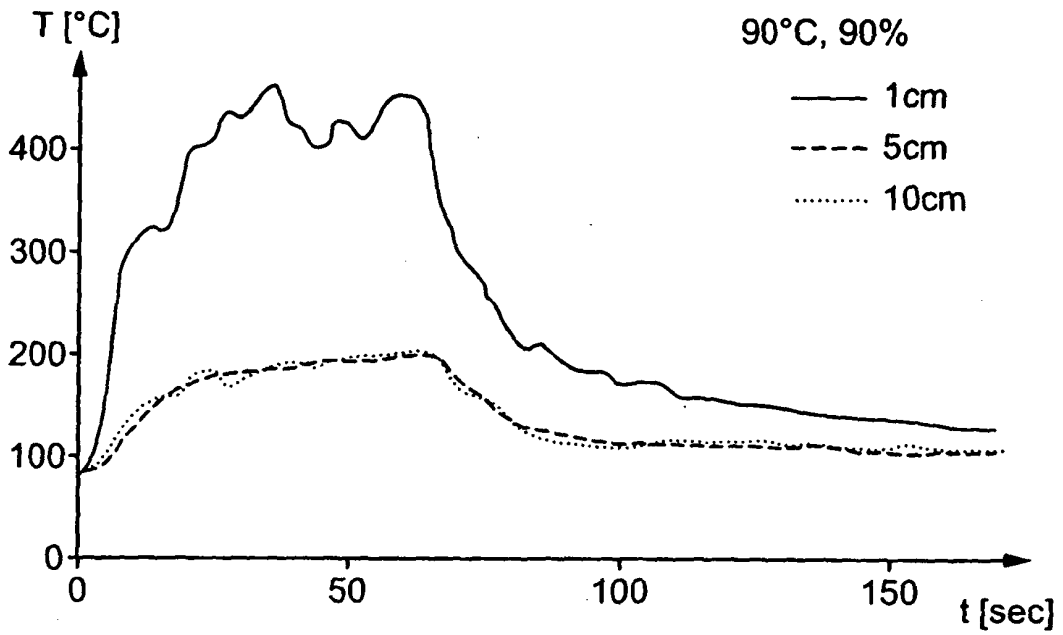


Fig. 3

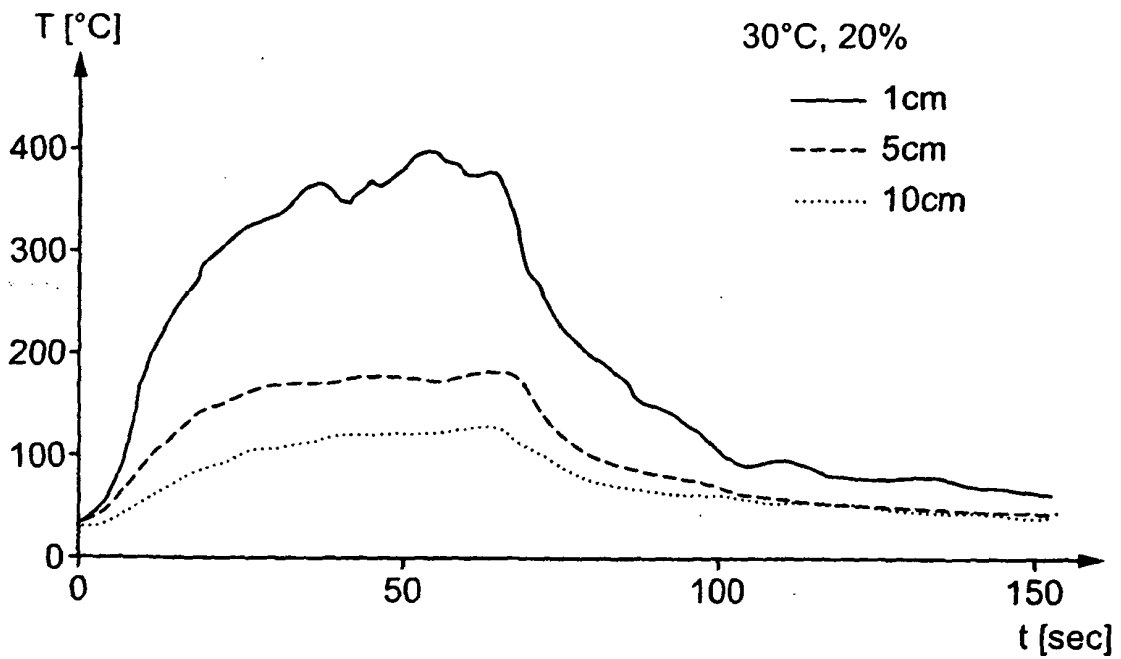


Fig. 4

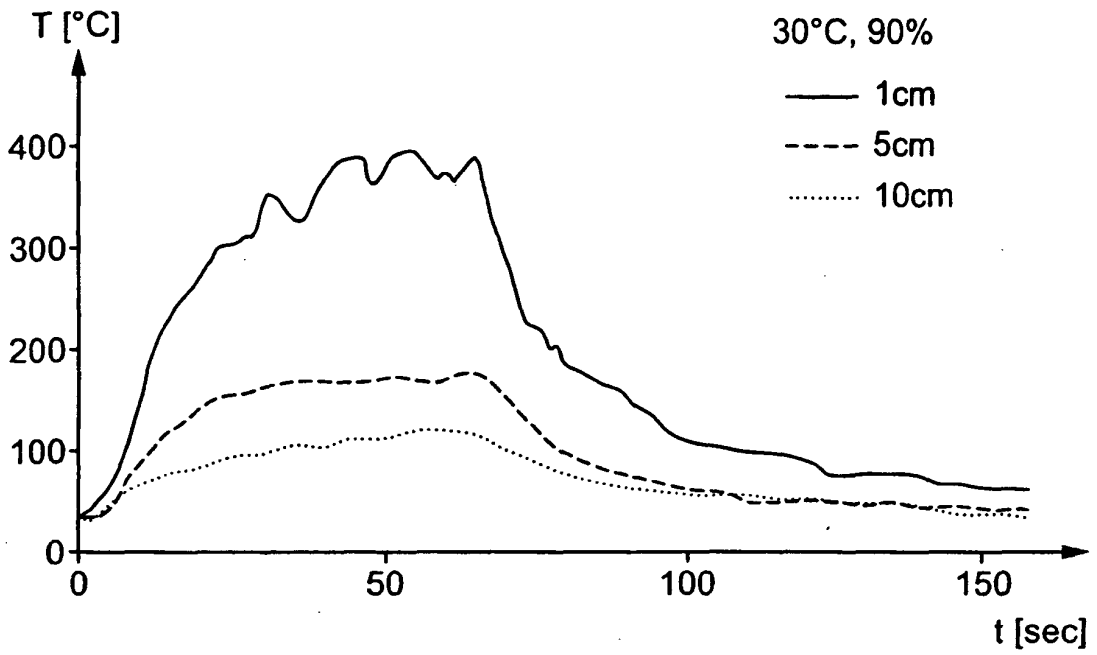


Fig. 5

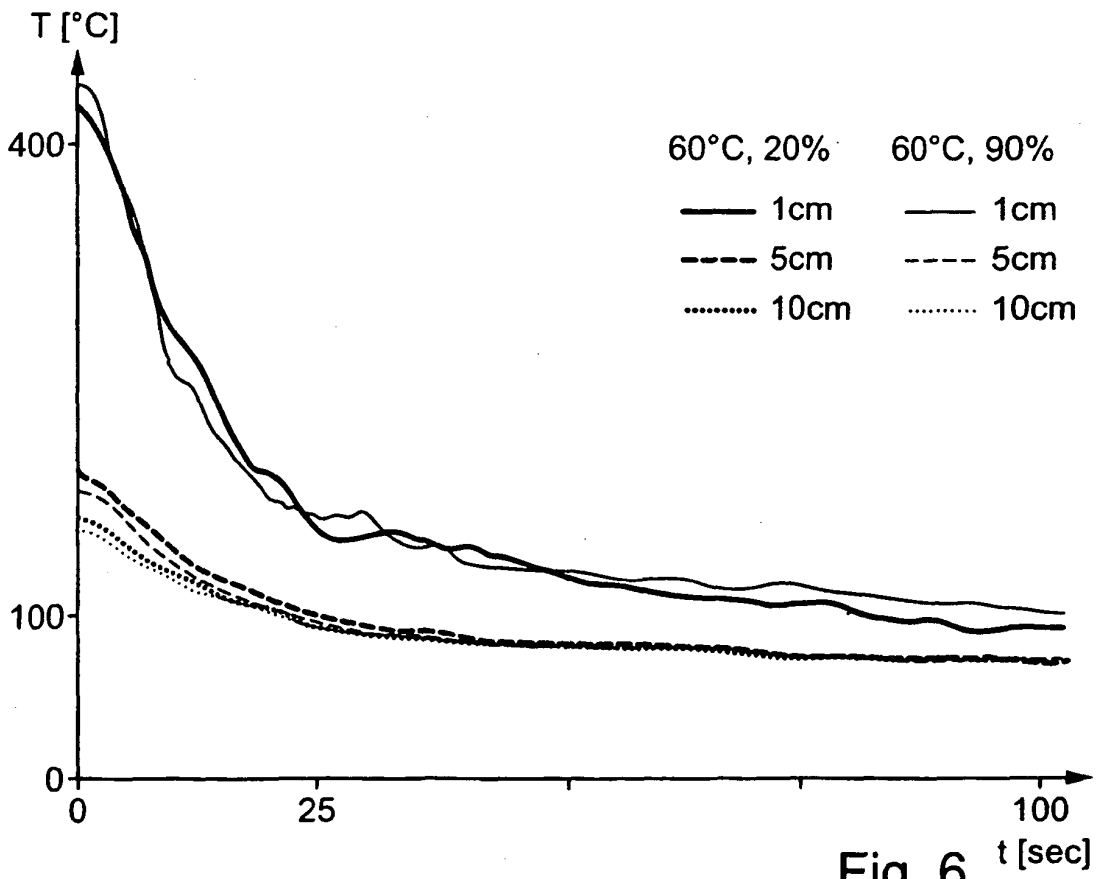


Fig. 6

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 10143841 A1 **[0002]**
- DE 10103658 A1 **[0003]**
- EP 615400 B1 **[0004]**
- EP 0567813 A **[0005]**
- DE 10340146 A1 **[0009] [0012]**
- DE 4229375 A1 **[0025]**
- EP 176027 A1 **[0028]**