



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.09.2007 Patentblatt 2007/39

(51) Int Cl.:
F24C 7/08 (2006.01) F24C 14/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07004628.9**

(22) Anmeldetag: **07.03.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **Miele & Cie. KG**
33332 Gütersloh (DE)

(72) Erfinder:
• **Krümpelmann, Thomas, Dr.**
33332 Gütersloh (DE)
• **Sillmen, Ulrich, Dr.**
33332 Gütersloh (DE)

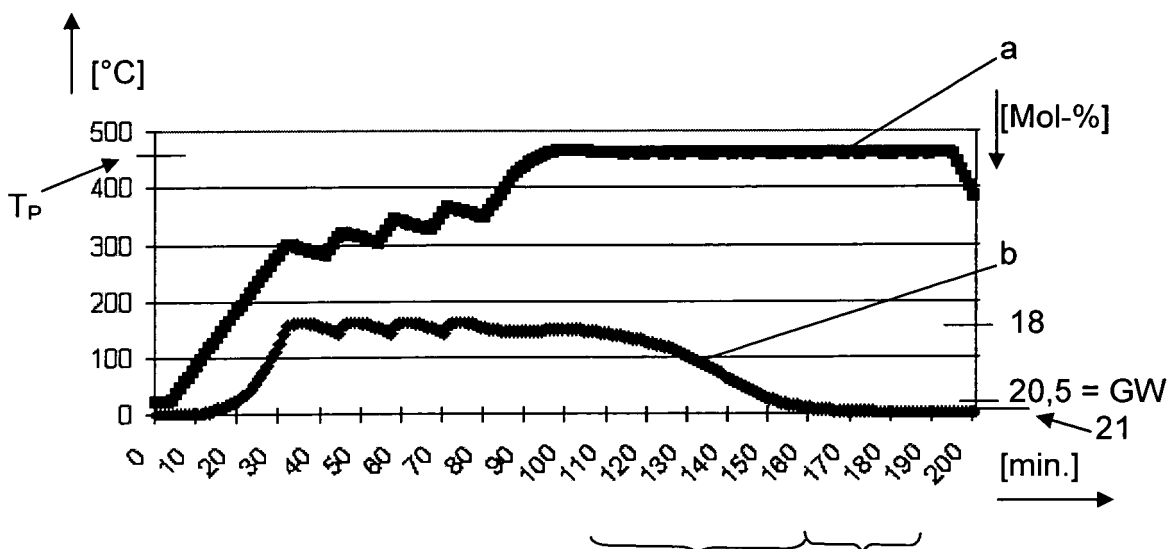
(30) Priorität: **20.03.2006 DE 102006013094**

(54) **Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsverganges bei einem Backofen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsverganges bei einem Backofen, das folgende Verfahrensschritte aufweist:

- Einschalten der Heizquelle (20) für den Pyrolysereinigungsvergung;
- Messung der Sauerstoffkonzentration (b) in dem Garraum (8) oder in einem Abluftweg (16) zur Abführung von Wrasen (17) aus dem Garraum (8) mittels eines Sauerstoffsensors (24);

- Vergleich der aktuell gemessenen Sauerstoffkonzentration (b) mit einem vorher festgelegten und in einem Speicher (141) einer elektrischen Steuerung (14) des Backofens abgespeicherten Grenzwert GW in einer Auswerteschaltung (142) der elektrischen Steuerung (14);
- Wenn die gemessene Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW während des Pyrolysereinigungsverganges unterschritten hat und die Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW erstmalig wieder erreicht oder überschreitet, Ausschalten der Heizquelle (20).



I

I_Zusatz_1

Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen.

[0002] Aus der US 4,481,404 ist ein Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen bekannt, bei dem ein auf die während der Pyrolyse entstehenden Rauchgase ansprechender Gassensor eingesetzt wird. Sobald mittels des Gassensors eine ausreichend niedrige Konzentration an einem Rauchgas detektiert wird, wird der Pyrolysereinigungsvorgang automatisch beendet. Der verwendete Gassensor und die Auswertung von dessen Ausgangssignalen müssen dabei auf den jeweiligen Backofentyp angepasst werden.

[0003] Die US 4,954,694 zeigt darüber hinaus ein Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen, wobei nach dem Einschalten der Heizquelle die Sauerstoffkonzentration in einem Abluftweg gemessen wird und aus dem Verlauf der Messwerte die Zeitdauer des Pyrolysevorgangs ermittelt wird. Um die Reinigung des Garraums zu erleichtern, wird bei dem bekannten Verfahren entweder ein festes oder von der Pyrolysezeit abhängiges Zeitintervall nach Beendigung des eigentlichen Pyrolysevorgangs zusätzlich geheizt.

[0004] Der Erfindung stellt sich somit das Problem ein Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen anzugeben, bei dem die Qualität der Pyrolysereinigung bei gleichzeitiger Reduzierung des Energieverbrauchs während der Pyrolysereinigung verbessert ist.

[0005] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

[0006] Die mit der Erfindung erreichbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die Qualität der Pyrolysereinigung bei gleichzeitiger Reduzierung des Energieverbrauchs während der Pyrolysereinigung verbessert ist.

[0007] Grundsätzlich ist der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration in weiten geeigneten Grenzen wählbar. Zweckmäßigerweise liegt der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration in einem Bereich von etwa 20,5 Mol-% bis 21,0 Mol-%.

[0008] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass der Pyrolysereinigungsvorgang drei Phasen umfasst, nämlich eine Aufheizphase bis zur Erreichung einer vorher festgelegten oder während der Aufheizphase automatisch ermittelten Pyrolysetemperatur T_P des Garraums, eine Haltephase, deren Dauer abhängig ist von der gemessenen Sauerstoffkonzentration und während der die Pyrolysetemperatur T_P mittels einer Temperaturregelung im Wesentlichen konstant gehalten wird, und eine Abkühlphase zur Erreichung einer vorher festgeleg-

ten Endtemperatur des Garraums T_E , mit $T_E < T_P$, wobei die unter Anspruch 1 genannten Verfahrensschritte a) bis d) lediglich während der Haltephase I durchgeführt werden. Hierdurch ist es möglich, die Überwachung der Sauerstoffkonzentration auf die Haltephase zu beschränken, so dass der Energieverbrauch weiter reduziert wird.

[0009] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

Figur 1 eine Frontansicht eines Backofens, in dem das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird,

Figur 2 eine Schnittdarstellung des Backofens aus Fig. 1 und

Figur 3 ein Diagramm der Garraumtemperatur und der Sauerstoffkonzentration in Abhängigkeit der Zeit.

[0010] In Fig. 1 ist ein Backofen dargestellt, in dem das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird. Der Backofen weist eine Bedienblende 2 mit einer Anzeige 4 und Bedienelementen 6 auf. Der Garraum 8 ist durch eine Tür 10 verschließbar, wobei die Tür 10 eine Durchsichtsscheibe 12 aufweist.

[0011] Fig. 2 zeigt den Backofen in einer Schnittdarstellung von der Seite. Der Backofen weist hinter der Bedienblende 2 eine elektrische Steuerung 14 auf. Die in dem Garraum 8 während der Pyrolyse entstehenden Rauchgase 17, sogenannter Wrasen, können über einen Abluftweg 16 in die freie Umgebung entweichen. Der Weg der Rauchgase 17 ist dabei durch Pfeile 18 symbolisiert. In dem Garraum 8 ist eine als elektrische Strahlungsheizung ausgebildete Heizquelle 20 zur Beheizung des Garraums 8 angeordnet. Zwischen dem Garraum 8 und dem Abluftweg 16 ist ein Oxidationskatalysator 22 angeordnet, an dem die durch den Abluftweg 16 abgeführten Rauchgase 17 auf dem Fachmann bekannte Weise umgesetzt werden. Stromabwärts des Oxidationskatalysators 22 ist in dem Abluftweg 16 ein Sauerstoffsensor 24 zur Erfassung der Sauerstoffkonzentration angeordnet. Die vorgenannten Bauteile sind auf dem Fachmann bekannte Weise mit der elektrischen Steuerung 14 signalübertragend verbunden.

[0012] Abweichend von dem hier erläuterten Ausführungsbeispiel kann der Sauerstoffsensor 24 auch an einer anderen, geeigneten Stelle in dem Backofen angeordnet sein. Gleiches gilt für den Oxidationskatalysator 22, der beispielsweise auch in dem Abluftweg 16 angeordnet sein kann.

[0013] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun anhand der Fig. 3 näher erläutert:

Fig. 3 zeigt den Verlauf der Garraumtemperatur a und der Sauerstoffkonzentration b in Abhängigkeit der Zeit, die auf der Abszisse in Minuten, abgekürzt min., aufgetragen ist. Auf der linken Ordinate ist die

Garraumtemperatur a in Grad Celsius, kurz °C, aufgetragen. Die absolute Sauerstoffkonzentration b ist auf der rechten Ordinate in Mol-% angegeben.

[0014] Der Backofen weist in dem Ausführungsbeispiel starke Verschmutzungen 26 auf. Siehe Fig. 2. Der Benutzer startet den Pyrolysereinigungsvorgang mittels der Bedienelemente 6. Dabei wird er über die Anzeige 4 auf dem Fachmann bekannte Weise geführt und informiert.

[0015] Die Garraumtemperatur a beträgt am Anfang des Pyrolysereinigungsvorgangs, Zeitpunkt 0 min., Raumtemperatur, also etwa 20°C. Die Sauerstoffkonzentration b entspricht der Sauerstoffkonzentration b in der Atmosphäre, also etwa 21 Mol-% oder 0 Mol-% Abweichung.

[0016] Während einer Aufheizphase wird der Garraum 8 nun mittels der Heizquelle 20 mit einer vorher festgelegten und in einem Speicher 141 der elektrischen Steuerung 14 abgespeicherten Geschwindigkeit, nämlich etwa 10°C pro 1 min., aufgeheizt. Die Aufheizung erfolgt dabei mittels eines in dem Garraum 8 angeordneten und mit der elektrischen Steuerung 14 signalübertragend verbundenen Temperatursensors 30 und einer an sich bekannten Temperaturregelung durch die elektrische Steuerung 14, die die Heizquelle 20 entsprechend der oben erläuterten Aufheizkurve ein- oder ausschaltet.

[0017] Entsteht dabei zuviel Rauchgas 17, kann dies anhand der Sauerstoffkonzentration b erkannt werden. Zuviel Rauchgas 17 behindert die Umsetzung der Rauchgase 17 an dem Oxidationskatalysator 22, so dass die Rauchgase 17 nicht mehr vollständig umgesetzt werden können. Aus diesem Grund wird die Aufheizung des Garraums 8 während der Aufheizphase immer dann unterbrochen, wenn die Sauerstoffkonzentration b am Sauerstoffsensor 24 einen vorher festgelegten Mindestwert, hier 18 Mol-% oder 3 Mol-% Abweichung, unterschreitet. Dies geschieht bei dem in Fig. 3 abgebildeten Beispiel insgesamt vier mal. Danach wird die Aufheizung wie bereits erläutert fortgesetzt, da der zulässige Mindestwert für die Sauerstoffkonzentration b nicht mehr unterschritten wird.

[0018] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel folgt auf die vorstehend erläuterte Aufheizphase eine Haltephase, während der eine vorher festgelegte Pyrolysetemperatur T_P mittels des Temperatursensor 30 und der bereits erläuterten Temperaturregelung auf den Fachmann bekannte Weise im Wesentlichen konstant gehalten wird.

[0019] Die Pyrolysetemperatur T_P während der Haltephase I ist hier fest vorgegeben. Die Pyrolysetemperatur T_P ist hier 460°C, siehe Fig. 3. Alternativ hierzu wäre es auch denkbar, die Pyrolysetemperatur T_P während der Aufheizphase automatisch zu ermitteln, beispielsweise in Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufs der Sauerstoffkonzentration b , oder in Abhängigkeit von Eingaben des Benutzers an der Bedienblende 2 auszuwählen.

[0020] Die Dauer der Haltephase 1 ist abhängig von

der gemessenen Sauerstoffkonzentration b . Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration b auf 20,5 Mol-% festgesetzt.

[0021] Wie bereits erläutert, ist die Sauerstoffkonzentration b während des Pyrolysereinigungsvorgangs auf Werte unterhalb des Grenzwerts GW abgesunken. Solange die Sauerstoffkonzentration b unterhalb des Grenzwerts GW bleibt, dauert die Haltephase I an und die Pyrolysetemperatur T_P wird weiterhin auf 460°C geregelt.

[0022] Mit fortschreitender Pyrolysereinigung werden die Verschmutzungen 26 umgesetzt und damit weniger. Als Folge davon, wird auch die Menge an Rauchgas 17 geringer und die Sauerstoffkonzentration b an dem Sauerstoffsensor 24 steigt wieder an. Siehe Fig. 3. Etwa 160 min. nach dem Beginn des Pyrolysereinigungsvorgangs überschreitet die Sauerstoffkonzentration b erstmalig wieder den Grenzwert GW, also 20,5 Mol-%. Hierdurch werden ein in der Auswerteschaltung 142 integrierter erster Zähler, der auf ein Zeitintervall $I_{Zsuatz_1} = 30$ min. eingestellt ist und ein in der Auswerteschaltung 142 integrierter zweiter Zähler, der auf ein Zeitintervall $I_{Zsuatz_2} = 60$ min. eingestellt ist, gleichzeitig gestartet.

[0023] Da die Temperatur in dem Garraum 8 während des Zeitintervalls $I_{Zsuatz_1} = 30$ min., also bis 190 min. nach dem Start des Pyrolysereinigungsvorgangs, nicht unter 445°C sinkt und die Sauerstoffkonzentration b während dieses Zeitraums nicht erneut unter den Grenzwert GW fällt, wird die Heizquelle 20 nach Ablauf des Zeitintervalls I_{Zsuatz_1} ausgeschaltet. Die Garraumtemperatur a verringert sich.

[0024] Obwohl, wie bereits erläutert, die Garraumtemperatur a während der gesamten Haltephase I auf die Pyrolysetemperatur T_P von hier 460°C mittels der Temperaturregelung geregelt wird, ist es während der Pyrolyse üblich, dass die Garraumtemperatur a aufgrund der fortlaufenden Umsetzung der Rauchgase 17 an dem Oxidationskatalysator 22 schwankt. Deshalb ist es erforderlich, dass der vorgenannte Mindestwert für die Garraumtemperatur a während des Zeitintervalls I_{Zsuatz_1} entsprechend niedriger als die Pyrolysetemperatur T_P gewählt wird, hier 445°C.

[0025] Durch die vorgenannten Schaltbedingungen ist gewährleistet, dass die Pyrolysereinigung ausreicht, um den Garraum 8 sowie evtl. darin befindliche und ebenfalls verschmutzte Gargutträger zufriedenstellend zu reinigen. Ein erneutes Absinken der Sauerstoffkonzentration b unterhalb des Grenzwerts GW während des Zeitintervalls I_{Zsuatz_1} würde bedeuten, dass noch zuviel Rauchgas 17 erzeugt wird. In diesem Fall wäre der Garraum 8 noch zu stark verschmutzt, also die Verschmutzungen 26 noch nicht zufriedenstellend umgesetzt. Gleiches gilt für ein Absinken der Garraumtemperatur a auf Werte unterhalb von 445°C während des Zeitintervalls I_{Zsuatz_1} , da bei derart geringen Garraumtemperaturen a eine wirkungsvolle Pyrolysereinigung nicht erfolgt.

[0026] Sollten die vorgenannten Schaltbedingungen

nicht erfüllt sein, würde hier die Heizquelle 20 nach Ablauf des Zeitintervalls I_{Zusatz_2} , also nach 60 min. ab dem Zeitpunkt des erstmaligen Überschreitens des Grenzwerts GW für die Sauerstoffkonzentration b, automatisch ausgeschaltet werden.

[0027] Zum Abschluss des Pyrolysereinigungsvorgangs wird die Garraumtemperatur a bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel während einer Abkühlphase auf eine Endtemperatur T_E von hier 70°C reduziert. Zum einen wird dies durch das oben erläuterte Ausschalten der Heizquelle 20 erreicht. Zum anderen kann zur Beschleunigung der Abkühlung auch die Durchspülung des Garraums 8 mit Frischluft mittels eines in den Fig. nicht dargestellten Gebläses erhöht werden. Ist die Garraumtemperatur a auf die Endtemperatur T_E abgesunken, wird die während des Starts des Pyrolysereinigungsvorgangs automatisch verriegelte Tür 10 wieder entriegelt, so dass diese von dem Benutzer gefahrlos geöffnet werden kann. Die Abkühlphase ist in Fig. 3 nicht vollständig dargestellt.

[0028] Während die Garraumtemperatur a während dieser Phase stetig bis auf die vorher festgelegte Endtemperatur von 70°C abnimmt, verändert sich die Sauerstoffkonzentration b nicht mehr.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf das erläuterte Ausführungsbeispiel beschränkt. Beispielsweise wäre es auch denkbar, das Verfahren nur während der Haltephase einzusetzen. Auch können die Zeitintervalle I_{Zusatz_1} , I_{Zusatz_2} und die Pyrolysetemperatur T_P sowie die Endtemperatur T_E in weiten geeigneten Grenzen gewählt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Beendigung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen, das folgende Verfahrensschritte aufweist:

- a) Einschalten der Heizquelle (20) für den Pyrolysereinigungsvorgang;
- b) Messung der Sauerstoffkonzentration (b) in dem Garraum (8) oder in einem Abluftweg (16) zur Abführung von Wrasen (17) aus dem Garraum (8) mittels eines Sauerstoffsensors (24);
- c) Vergleich der aktuell gemessenen Sauerstoffkonzentration (b) mit einem vorher festgelegten und in einem Speicher (141) einer elektrischen Steuerung (14) des Backofens abgespeicherten Grenzwert GW in einer Auswerteschaltung (142) der elektrischen Steuerung (14);
- d) Wenn die gemessene Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW während des Pyrolysereinigungsvorgangs unterschritten hat und die Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW erstmalig wieder erreicht oder überschreitet, Ausschalten der Heizquelle (20),

d1) nach Ablauf eines vorher festgelegten

Zeitintervalls I_{Zusatz_1} nach Erreichen oder Überschreiten des Grenzwerts GW, sofern die mittels eines Temperatursensors (30) gemessene Garraumtemperatur (a) während des Zeitintervalls I_{Zusatz_1} nicht unter 445°C sinkt und die Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW innerhalb des Zeitintervalls I_{Zusatz_1} nicht unterschreitet, oder

d2) nach Ablauf eines vorher festgelegten Zeitintervalls I_{Zusatz_2} nach Erreichen oder Überschreiten des Grenzwerts GW, mit $I_{\text{Zusatz}_2} > I_{\text{Zusatz}_1}$.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration (b) in einem Bereich von etwa 20,5 Mol-% bis 21,0 Mol-% liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pyrolysereinigungsvorgang drei Phasen umfasst, nämlich eine Aufheizphase bis zur Erreichung einer vorher festgelegten oder während der Aufheizphase automatisch ermittelten Pyrolysetemperatur T_P des Garraums (8), eine Haltephase, deren Dauer abhängig ist von der gemessenen Sauerstoffkonzentration (b) und während der die Pyrolysetemperatur T_P mittels einer Temperaturregelung im Wesentlichen konstant gehalten wird, und eine Abkühlphase zur Erreichung einer vorher festgelegten Endtemperatur des Garraums T_E , mit $T_E < T_P$, wobei die unter Anspruch 1 genannten Verfahrensschritte a) bis d) lediglich während der Haltephase durchgeführt werden.

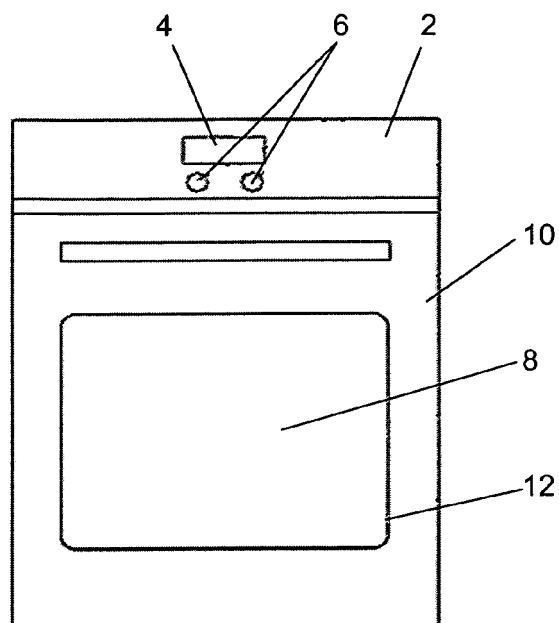


Fig. 1

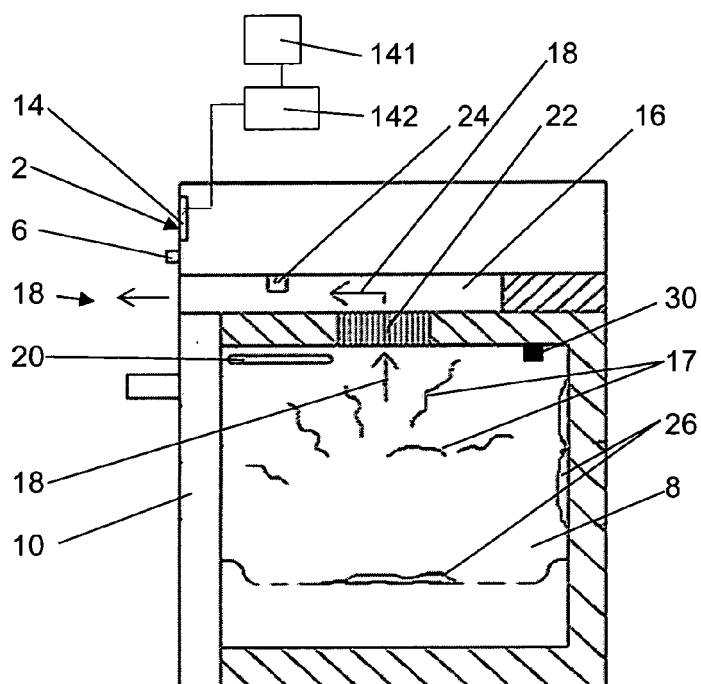
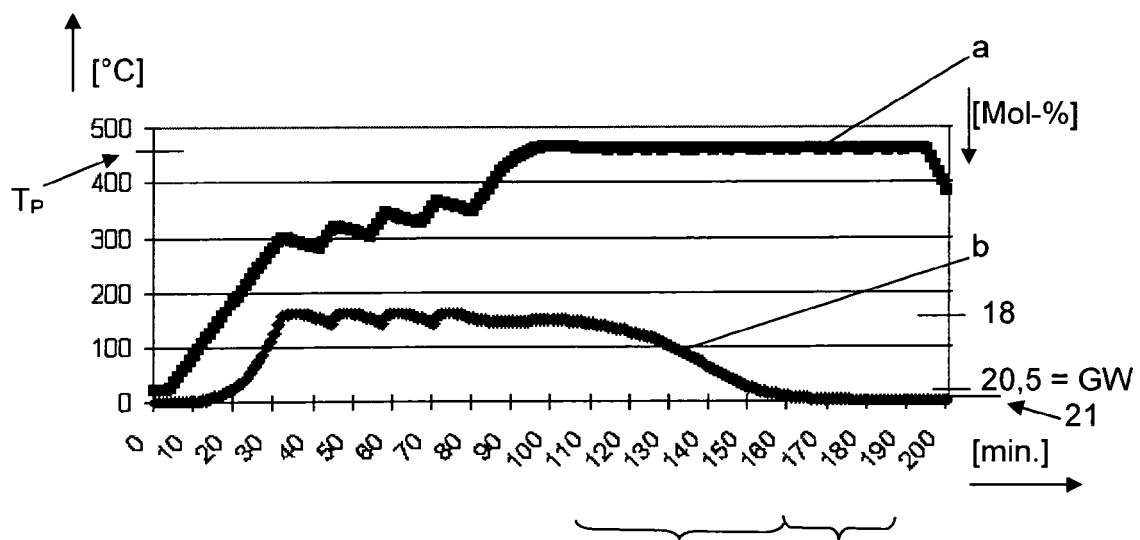


Fig. 2



I

I_{Zusatz_1}

Fig. 3

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

- US 4481404 A [0002]
- US 4954694 A [0003]