



(11) **EP 1 837 601 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.09.2007 Patentblatt 2007/39

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

(21) Anmeldenummer: **07004627.1**

(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)
• **Scharmann, Jürgen**
33442 Herzebrock-Clarholz (DE)
• **Sillmen, Ulrich, Dr.**
33332 Gütersloh (DE)

(30) Priorität: **20.03.2006 DE 102006013093**

(54) **Verfahren zur Steuerung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen, das folgende Verfahrensschritte aufweist:

- a) Beheizung des Garraums (8) durch das Einschalten einer Heizquelle (20);
- b) Messung der Sauerstoffkonzentration (b) in dem Garraum (8) oder in einem Abluftweg (16) zur Abführung von Wrasen 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 Aus-

- werteschaltung (142) der elektrischen Steuerung (14);
- d) Betrieb des Backofens bei ausgeschalteter Heizquelle (20) für ein vorher festgelegtes und in dem Speicher (141) abgespeichertes Zeitintervall I, falls die gemessene Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW unterschreitet;
- e) Wiederholung der vorgenannten Verfahrensschritte, beginnend mit dem Verfahrensschritt b), nach Ablauf des Zeitintervalls I oder
- f) Wiederholung der vorgenannten Verfahrensschritte, beginnend mit dem Verfahrensschritt a), falls die gemessene Sauerstoffkonzentration (b) größer oder gleich dem Grenzwert GW ist.

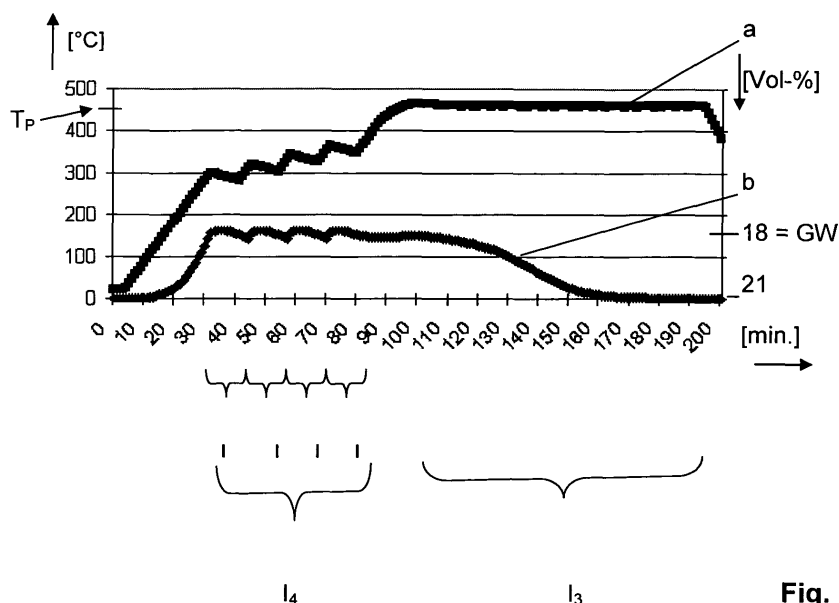


Fig. 3

EP 1 837 601 A2

Beschreibung

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

[0002] Aus der US 4,481,404 ist ein Verfahren zur Steuerung 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 zu hohe Konzentration an einem Rauchgas detektiert wird, wird die Heizleistung der Garraumbeheizung verringert, um die Menge an Rauchgas zu reduzieren. Sinkt die Konzentration an Rauchgas wieder unter den kritischen Wert, wird die Garraumbeheizung wieder mit der vollen Heizleistung versorgt. Auf diese Weise soll eine Überlastung des Oxidationskatalysators vermieden werden. Der verwendete Gassensor und die Auswertung von dessen Ausgangssignalen müssen dabei auf den jeweiligen Backofentyp angepasst werden.

[0003] Die US 4,954,694 zeigt 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.

[0004] Ferner offenbart die DE 197 06 186 A1 ein Verfahren, bei dem die Temperatur des Katalysators mittels eines Temperatursensors gemessen wird. Bei Überschreiten eines bestimmten Temperaturschwellwertes, was einer bestimmten Rauchmenge entspricht, wird der Heizkörper zur Beheizung des Garraums abgeschaltet. Der Heizkörper wird erst wieder eingeschaltet, wenn die Katalysatortemperatur unter einen Schwellwert gesunken ist.

[0005] Der Erfindung stellt sich somit das Problem ein Verfahren zur Steuerung eines Pyrolysereinigungsvorgangs bei einem Backofen anzugeben, bei dem eine hohe Messgenauigkeit erzielt werden kann und das auf eine Vielzahl von verschiedenen Backofentypen anwendbar ist.

[0006] 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.

[0007] Die mit der Erfindung erreichbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass eine hohe Messgenauigkeit erzielt werden kann und dass das Verfahren auf eine Vielzahl von verschiedenen Backofentypen anwendbar ist. Durch die Messung und Auswertung der Sauerstoffkonzentration ist eine Nachkalibrierung des als Sauerstoffsensors ausgebildeten Gassensors ohne viel Aufwand und außerhalb des Backbetriebs oder des Pyrolysebetriebs ermöglicht. Eine Anpassung auf voneinander verschiedene Backofentypen oder auf Gassensoren mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten auf verschiedene Gase ist nicht erforderlich. Stattdessen ist hier

ein einfaches Verfahren mit einer hohen Genauigkeit angegeben, das eine qualitativ hochwertige Pyrolyse und damit ein zufriedenstellendes Reinigungsergebnis ermöglicht. Ein weiterer Vorteil ist die Verwendung eines festen Zeitintervalls I für die durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration hervorgerufene Ausschaltung der Heizquelle zur Beheizung des Garraums. Hierdurch ist es möglich, die fortlaufende Messung der Sauerstoffkonzentration in diskreten Zeitabständen und nicht kontinuierlich vorzunehmen; eine einfachere Auswerte- und Schaltungstechnik sowie ein verminderter Energieverbrauch sind die Folge. Insgesamt ergibt sich also bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Zeit- und Energieersparnis für den Pyrolysereinigungsvorgang.

[0008] Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass die Heizquelle zur Beheizung des Garraums alternierend während vorher festgelegter und in dem Speicher abgespeicherter erster Zeitintervalle I₁ eingeschaltet und während zweiter Zeitintervalle I₂ ausgeschaltet wird und die Dauer des Zeitintervalls I der Dauer des zweiten Zeitintervalls I₂ entspricht. Hierdurch ist das erfindungsgemäße Verfahren auf besonders einfache Weise realisiert.

[0009] Grundsätzlich ist der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration in weiten geeigneten Grenzen wählbar. Zweckmäßigerweise beträgt der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration etwa 18 Vol-%.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren kann grundsätzlich während des gesamten Pyrolysereinigungsvorgangs eingesetzt werden. Hierdurch ist es möglich, während der gesamten Pyrolysedauer die Pyrolyse an der für eine vollständige pyrolytische Umsetzung der bei der Pyrolyse entstehenden Rauchgase noch zulässigen Untergrenze der Sauerstoffkonzentration, Grenzwert GW, zu betreiben, so dass eine möglichst kurze Pyrolysedauer und ein möglichst geringer Energieverbrauch ermöglicht sind.

[0011] Zweckmäßigerweise umfasst der Pyrolysereinigungsvorgang drei Phasen, nämlich eine Aufheizphase bis zur Erreichung einer vorher festgelegten oder während der Aufheizphase automatisch ermittelten Pyrolysetemperatur T_P des Garraums, eine Haltephase, deren Dauer einem vorher festgelegten oder während der Aufheizphase automatisch ermittelten Zeitintervall I₃ entspricht, während dem die Pyrolysetemperatur T_P mittels einer Temperaturregelung im Wesentlichen konstant gehalten wird, und eine Abkühlphase zur Erreichung einer vorher festgelegten Endtemperatur des Garraums, wobei die unter Anspruch 1 genannten Verfahrensschritte a) bis f) lediglich während der Aufheizphase durchgeführt werden. Auf diese Weise können die nachfolgenden Pyrolysephasen, insbesondere die Haltephase, in Abhängigkeit der während der Aufheizphase ermittelten Sauerstoffkonzentrationen und der dadurch bewirkten Ausschaltungen der Heizquelle hinsichtlich der Dauer der jeweiligen Phase wie auch der Temperatur in dem Garraum während dieser Phase optimiert werden.

[0012] Eine besonders einfache Realisierung der vor-
genannten Ausführungsform sieht vor, dass die Dauer
der Haltephase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetem-
peratur T_P in dem Garraum während der Haltephase I_3
in Abhängigkeit der Anzahl der durch eine zu geringe
Sauerstoffkonzentration verursachten Ausschaltungen
der Heizquelle während der Aufheizphase in der Aus-
werteschaltung automatisch ermittelt wird/werden.

[0013] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung dieser
Ausführungsform sieht vor, dass die Dauer der Halte-
phase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetemperatur T_P
in dem Garraum während der Haltephase I_3 in Abhän-
gigkeit der über das Zeitintervall I_4 , nämlich von der er-
sten durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration ver-
ursachten Ausschaltung bis zu dem Ende der letzten
durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration verur-
sachten Ausschaltung der Heizquelle, gemittelten Gar-
raumtemperatur in der Auswerteschaltung automatisch
ermittelt wird/werden. Hierdurch ist die Genauigkeit des
Verfahrens verbessert.

[0014] Eine weitere alternative Weiterbildung sieht
vor, dass die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Höhe
der Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum während der
Haltephase I_3 in Abhängigkeit der Summe der durch eine
zu geringe Sauerstoffkonzentration verursachten Aus-
schaltzeiten der Heizquelle während der Aufheizphase
in der Auswerteschaltung automatisch ermittelt wird/wer-
den. Auf diese Weise ist die Genauigkeit des Verfahrens
weiter verbessert.

[0015] Eine vorteilhafte Weiterbildung der letztge-
nannten Ausführungsform sieht vor, dass aus der Addi-
tion der Summe der durch eine zu geringe Sauerstoff-
konzentration verursachten Ausschaltzeiten und einer
vorher festgelegten und in dem Speicher abgespeicher-
ten Mindestdauer I_{3_MIN} in der Auswerteschaltung die
Dauer der Haltephase I_3 ermittelt wird. Hierdurch ist das
Verfahren auf besonders einfache Weise realisiert.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der
Zeichnung rein schematisch dargestellt und wird nach-
folgend 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.

[0017] In Fig. 1 ist ein Backofen dargestellt, in dem das
erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird. Der Back-
ofen 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 Durchsicht-
scheibe 12 aufweist.

[0018] Fig. 2 zeigt den Backofen in einer Schnittdar-
stellung von der Seite. Der Backofen weist hinter der Be-

dienblende 2 eine elektrische Steuerung 14 auf. Die in
dem Garraum 8 während der Pyrolyse entstehenden
Rauchgase, sogenannter Wrasen, können über einen
Abluftweg 16 in die freie Umgebung entweichen. Der
Weg der Rauchgase 17 ist dabei durch Pfeile 18 sym-
bolisiert. In dem Garraum 8 ist eine als elektrische Strah-
lungsheizung 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 abge-
führten Rauchgase 17 auf dem Fachmann bekannte
Weise umgesetzt werden. Stromabwärts des Oxidati-
onskatalysators 22 ist in dem Abluftweg 16 ein Sauer-
stoffsensoren 24 zur Erfassung der Sauerstoffkonzentri-
on angeordnet. Die vorgenannten Bauteile sind auf dem
Fachmann bekannte Weise mit der elektrischen Steue-
rung 14 signalübertragend verbunden.

[0019] Abweichend von dem hier erläuterten Ausführ-
ungsbeispiel kann der Sauerstoffsensoren 24 auch an ei-
ner anderen, geeigneten Stelle in dem Backofen ange-
ordnet sein. Gleiches gilt für den Oxidationskatalysator
22, der beispielsweise auch in dem Abluftweg 16 ange-
ordnet sein kann.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun an-
hand der Fig. 3 näher erläutert:

[0021] 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 Garraum-
temperatur a in Grad Celsius, kurz °C, aufgetragen. Die ab-
solute Sauerstoffkonzentration ist auf der rechten Ordi-
nate in Vol-% angegeben.

[0022] Der Backofen weist in dem Ausführungsbei-
spiel 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 infor-
miert.

[0023] Die Garraumtemperatur a beträgt am Anfang
des Pyrolysereinigungsvorgangs, Zeitpunkt 0 min.,
Raumtemperatur, also etwa 20°C. Die Sauerstoffkon-
zentration entspricht der Sauerstoffkonzentration in der
Atmosphäre, also etwa 21 Vol-%.

[0024] Während einer Aufheizphase wird der Garraum
8 nun mittels der Heizquelle 20 durch ein alternierendes
Ein- und Ausschalten der Heizquelle 20 durch die elek-
trische Steuerung 14 bis auf eine Pyrolysetemperatur T_P
aufgeheizt, wobei die Heizquelle 20 jeweils für ein erstes
Zeitintervall I_1 eingeschaltet und für ein zweites Zeitin-
tervall I_2 ausgeschaltet ist. Die beiden Zeitintervalle I_1
und I_2 sind vorher festgelegt und in dem Speicher 141
abgespeichert. Alternativ hierzu ist es auch möglich,
dass der Garraum 8 mit einer vorher festgelegten und in
einem Speicher 141 der elektrischen Steuerung 14 ab-
gespeicherten Geschwindigkeit, nämlich etwa 10°C pro
1 min., aufgeheizt wird, so dass sich eine ähnliche Auf-
heizrate wie bei der ersten Alternative ergibt.

[0025] Sobald sich die Garraumtemperatur a im Be-

reich von etwa 200°C befindet, beginnt sich auch die Sauerstoffkonzentration b in dem Garraum 8 und damit auch in dem Abluftweg 16 zu verändern. Aufgrund der sich zersetzenden Verschmutzungen 26 entstehen Rauchgase 17, die über den Katalysator 22 und den Abluftweg 16 an die freie Umgebung abgeführt werden. Diese Rauchgase 17 und die daraus durch die Oxidation an dem Oxidationskatalysator 22 entstehenden Produkte wie Wasserstoff und Kohlendioxid verdrängen den Sauerstoff teilweise, so dass die Sauerstoffkonzentration in dem Garraum 8 und in dem Abluftweg 16 abnimmt.

[0026] Das Ausgangssignal des Sauerstoffsensors 24 und damit die gemessene Sauerstoffkonzentration b wird zumindest während der Aufheizphase fortlaufend an die elektrische Steuerung 14 übertragen und in einer Auswerteschaltung 142 der elektrischen Steuerung 14 mit einem abgespeicherten Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration b , nämlich 18 Vol-%, verglichen. In Abhängigkeit davon und unabhängig von dem oben erläuterten und bereits ablaufenden Aufheizprogramm, also dem alternierenden Ein- und Ausschalten der Heizquelle 20 während der Aufheizphase, wird die Heizquelle 20 durch die elektrische Steuerung 14 ausgeschaltet oder eingeschaltet. Sinkt die Sauerstoffkonzentration b unter 18 Vol-% wird die Heizquelle 20 für ein vorher festgelegtes und in dem Speicher 141 abgespeichertes Zeitintervall I ausgeschaltet, wobei hier das Zeitintervall I der Dauer des zweiten Zeitintervalls I_2 entspricht. Steigt die Sauerstoffkonzentration b wieder über 18 Vol-% nach Ablauf des Zeitintervalls I wird die Heizquelle 20 wieder eingeschaltet.

[0027] In dem hier erläuterten Beispiel sinkt die Sauerstoffkonzentration b schnell um mehr als 3 Vol-% auf unter 18 Vol-% ab. Durch den fortlaufenden Vergleich der gemessenen Sauerstoffkonzentration b mit dem abgespeicherten Grenzwert GW in der Auswerteschaltung 142 wird nun die Heizquelle 20, wie oben erläutert, von der elektrischen Steuerung 14 für ein Zeitintervall I ausgeschaltet, was aus Fig. 3 durch den Rückgang der Garraumtemperatur a und dem Anstieg der Sauerstoffkonzentration b deutlich ersichtlich ist. Sobald das Zeitintervall abgelaufen ist und die Sauerstoffkonzentration b wieder über dem Grenzwert GW liegt, wird die Heizquelle 20 erneut, wie oben erläutert, eingeschaltet und alternierend betrieben. Die Garraumtemperatur a steigt wieder an und die Sauerstoffkonzentration b sinkt erneut ab. Der obige Ablauf wiederholt sich, da die Sauerstoffkonzentration b wieder zu stark absinkt, nämlich unter den Grenzwert GW .

[0028] Wäre die Sauerstoffkonzentration b bei Ablauf des Zeitintervalls I noch unterhalb des Grenzwerts GW gewesen, so hätte die elektrische Steuerung 14 den Backofen für ein weiteres Zeitintervall I bei ausgeschalteter Heizquelle 20 betrieben.

[0029] Der vorgenannte Ablauf wiederholt sich bei dem hier betrachteten Beispiel insgesamt vier mal. Nachdem die Heizquelle 20 nach dem Verstreichen des letzten Zeitintervalls I mittels der elektrischen Steuerung 14

wieder eingeschaltet worden ist, bleibt diese eingeschaltet, so dass die Heizquelle 20 wie eingangs beschrieben im alternierenden Betrieb den Garraum 8 weiter bis auf die Pyrolysetemperatur T_P aufheizt. Dies ist deshalb der Fall, weil die Sauerstoffkonzentration b nach dem letzten Wiedereinschalten der Heizquelle 20, etwa nach 80 min., nicht mehr unter 18 Vol-% sinkt.

[0030] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel folgt auf die vorstehend erläuterte Aufheizphase eine Haltephase, während der eine vorher festgelegte Pyrolysetemperatur T_P mittels einer durch einen in dem Garraum 8 angeordneten und mit der elektrischen Steuerung 14 signalübertragend verbundenen Temperatursensor 30 auf den Fachmann bekannte Weise realisierten Temperaturregelung im Wesentlichen konstant gehalten wird. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird sowohl die Dauer der Haltephase I_3 wie auch die Pyrolysetemperatur T_P während der Aufheizphase und in Abhängigkeit der Sauerstoffkonzentration b während der Aufheizphase ermittelt, was nachfolgend näher erläutert wird.

[0031] Die Dauer der Haltephase I_3 und die Pyrolysetemperatur T_P während der Haltephase I_3 werden hier in Abhängigkeit der Anzahl der durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration b verursachten Ausschaltungen der Heizquelle 20 während der Aufheizphase in der Auswerteschaltung 142 automatisch ermittelt. Da es während der Aufheizphase zu insgesamt vier Ausschaltungen der Heizquelle 20 aufgrund einer zu niedrigen Sauerstoffkonzentration b kam, wird die Dauer der Haltephase I_3 auf den Höchstwert, nämlich 90 min., für den aktuellen Pyrolysereinigungsvorgang automatisch ausgewählt und für den Programmablauf übernommen. Für die Pyrolysetemperatur T_P wird hier 460°C ausgewählt und für den Programmablauf übernommen. Siehe Fig. 3.

[0032] Wären die Verschmutzungen 26 des Garraums 8 geringer, würde während der Aufheizphase nicht so viel Rauchgas gebildet, so dass die oben erläuterte Überwachung der Sauerstoffkonzentration b zu weniger Abschaltungen der Heizquelle 20 führen würde. Beispielsweise würde bei keiner Abschaltung oder lediglich einer Abschaltung während der Aufheizphase, also einer leichten Verschmutzung 26, $I_3=30$ min. und $T_P=430^\circ\text{C}$ und bei zwei oder drei Abschaltungen während der Aufheizphase, also bei einer üblichen Verschmutzung 26, $I_3=60$ min. und $T_P=445^\circ\text{C}$ für den Programmablauf ausgewählt werden.

[0033] Bei dem hier vorliegenden Ausführungsbeispiel, bei dem das Ende der Aufheizphase und damit der Beginn der Haltephase von dem Erreichen einer während der Aufheizphase und mittels des Sauerstoffsensors 24 sowie der elektrischen Steuerung 14 automatisch ermittelten Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum 8 abhängt, ist es erforderlich, dass das erfindungsgemäße Verfahren vor Erreichen dieser Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum 8 beendet ist. Deshalb wird das erfindungsgemäße Verfahren hier bei dem Erreichen einer Garraumtemperatur a von 400°C beendet. Zum einen ist

dann bereits eine qualitativ hochwertige Auswertung möglich. Zum anderen liegt diese Temperatur noch unterhalb des Wertebereichs für zur Pyrolyse geeignete Garraumtemperaturen a. Grundsätzlich sind jedoch auch andere dem Fachmann bekannte und geeignete

Endbedingungen für das erfindungsgemäße Verfahren denkbar. Darüber hinaus wäre es in einer einfacheren Ausführungsform auch möglich, eine Pyrolysetemperatur T_P fest vorzugeben. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dann unabhängig von der Pyrolysetemperatur T_P durchgeführt werden.

[0034] Anstelle der vorgenannten Ausführungsform wäre es auch denkbar, dass die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum 8 während der Haltephase I_3 in Abhängigkeit der über das Zeitintervall I_4 , nämlich von der ersten durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration b verursachten Ausschaltung bis zu dem Ende der letzten durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration b verursachten Ausschaltung der Heizquelle 20, gemittelten Garraumtemperatur in der Auswerteschaltung 142 automatisch ermittelt wird/werden.

[0035] Auf das vorliegende Beispiel übertragen würde die über das Zeitintervall I_4 gemittelte Garraumtemperatur einen Wert von über 320°C entsprechen, bei dessen Vorliegen, $I_3=90$ min. und $T_P=460^\circ\text{C}$ ausgewählt würden. Bei einer gemittelten Garraumtemperatur von unter 300°C würde $I_3=30$ min. und $T_P=430^\circ\text{C}$ und bei einer gemittelten Garraumtemperatur zwischen 300°C und 320°C würde $I_3=60$ min. und $T_P=445^\circ\text{C}$ ausgewählt.

[0036] Eine andere Alternative besteht darin, dass die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum 8 während der Haltephase I_3 in Abhängigkeit der Summe der durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration b verursachten Ausschaltzeiten der Heizquelle 20 während der Aufheizphase in der Auswerteschaltung 142 automatisch ermittelt wird/werden. Dies wäre besonders einfach dadurch realisierbar, dass aus der Addition der Summe der durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration b verursachten Ausschaltzeiten und einer vorher festgelegten und in dem Speicher 141 abgespeicherten Mindestdauer I_{3_MIN} in der Auswerteschaltung 142 die Dauer der Haltephase I_3 ermittelt wird.

[0037] Auf das vorliegende Beispiel übertragen würde $I_{3_MIN}=30$ min. betragen. Auch wenn in dem Garraum 8 lediglich eine geringe Verschmutzung 26 vorliegen würde, würde die Haltephase $I_3=I_{3_MIN}=30$ min. dauern und die Pyrolysetemperatur $T_P=430^\circ\text{C}$ betragen. Bei einer starken Verschmutzung 26 wäre I entsprechend der Summe der Ausschaltzeiten länger und $T_P=445^\circ\text{C}$. Bei einer starken Verschmutzung 26, wie in dem vorliegenden Beispiel, würde sich $I_3=90$ min. ergeben, nämlich $I_{3_MIN}=30$ min. + 4×15 min..

[0038] Nachdem die Dauer der Haltephase I_3 und die Pyrolysetemperatur T_P , also die Garraumtemperatur während der Haltephase I_3 , auf einer der vorgenannten Arten für den weiteren Programmablauf ausgewählt wor-

den sind, wird der Garraum 8 in der oben erläuterten Weise noch bis auf T_P weiter aufgeheizt. Sobald T_P erreicht worden ist, beginnt die Haltephase I_3 ; ein in der Auswerteschaltung 142 integriertes und nicht näher dargestelltes Zeitglied wird gestartet und beendet die Haltephase nach Ablauf von I_3 mit dem nachfolgend näher erläuterten Übergang zu der Abkühlphase des Pyrolyssereinigungsverganges.

[0039] Wie aus Fig. 3 hervorgeht, wird mittels der bereits erläuterten Temperaturregelung die Garraumtemperatur a im Wesentlichen konstant gehalten, während die Sauerstoffkonzentration b aufgrund der Abnahme der Zersetzungsprodukte bei der Umsetzung der Rauchgase 17 an dem Oxidationskatalysator 22 im Zuge der fortschreitenden Pyrolyse stetig abnimmt. Am Ende der Haltephase I_3 findet keine Umsetzung mehr statt, so dass die Sauerstoffkonzentration b wieder auf den Wert unter Atmosphärenbedingungen, also etwa 21 Vol%, bzw. 0 Vol-% Abweichung, gestiegen ist.

[0040] Zum Abschluss des Pyrolyssereinigungsverganges wird die Garraumtemperatur a bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel während einer Abkühlphase mittels der bereits erläuterten Temperaturregelung auf eine Endtemperatur von hier 70°C reduziert. Ist diese Garraumtemperatur a erreicht, wird die während des Starts des Pyrolyssereinigungsverganges 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.

[0041] 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.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf das erläuterte Ausführungsbeispiel sowie die obigen alternativen Ausführungsformen beschränkt. Beispielsweise wäre es auch denkbar, das Verfahren während des gesamten Pyrolyssereinigungsverganges, also Aufheizphase, Haltephase und Abkühlphase, einzusetzen. Ferner wäre es möglich, die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Pyrolysetemperatur T_P während der Haltephase I_3 auf andere Weise während der Aufheizphase automatisch zu ermitteln oder fest und unveränderlich vorzugeben. Auch können die Zeitintervalle I bis I_4 und T_P in weiten geeigneten Grenzen gewählt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Pyrolyssereinigungsverganges bei einem Backofen, das folgende Verfahrensschritte aufweist:

- a) Beheizung des Garraums (8) durch das Einschalten einer Heizquelle (20);
- b) Messung der Sauerstoffkonzentration (b) in dem Garraum (8) oder in einem Abluftweg (16) zur Abführung von Wrasen 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) Betrieb des Backofens bei ausgeschalteter Heizquelle (20) für ein vorher festgelegtes und in dem Speicher (141) abgespeichertes Zeitintervall I, falls die gemessene Sauerstoffkonzentration (b) den Grenzwert GW unterschreitet;
 e) Wiederholung der vorgenannten Verfahrensschritte, beginnend mit dem Verfahrensschritt b), nach Ablauf des Zeitintervalls I oder
 f) Wiederholung der vorgenannten Verfahrensschritte, beginnend mit dem Verfahrensschritt a), falls die gemessene Sauerstoffkonzentration (b) größer oder gleich dem Grenzwert GW ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Heizquelle (20) zur Beheizung des Garraums (8) alternierend während vorher festgelegter und in dem Speicher (141) abgespeicherter erster Zeitintervalle I_1 eingeschaltet und während zweiter Zeitintervalle I_2 ausgeschaltet wird und die Dauer des Zeitintervalls I der Dauer des zweiten Zeitintervalls I_2 entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Grenzwert GW für die Sauerstoffkonzentration (b) etwa 18 Vol-% beträgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
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 einem vorher festgelegten oder während der Aufheizphase automatisch ermittelten Zeitintervall I_3 entspricht, während dem die Pyrolysetemperatur T_P mittels einer Temperaturregelung im Wesentlichen konstant gehalten wird, und eine Abkühlphase zur Erreichung einer vorher festgelegten Endtemperatur des Garraums (8), wobei die unter Anspruch 1 genannten Verfahrensschritte a) bis f) lediglich während der Aufheizphase durchgeführt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum (8) während der Haltephase in Abhängigkeit der Anzahl der
- durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration (b) verursachten Ausschaltungen der Heizquelle (20) während der Aufheizphase in der Auswerteschaltung (142) automatisch ermittelt wird/werden.
6. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum (8) während der Haltephase I_3 in Abhängigkeit der über das Zeitintervall I_4 , nämlich von der ersten durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration (b) verursachten Ausschaltung bis zu dem Ende der letzten durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration (b) verursachten Ausschaltung der Heizquelle (20), gemittelten Garraumtemperatur in der Auswerteschaltung (142) automatisch ermittelt wird/werden.
7. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dauer der Haltephase I_3 und/oder die Höhe der Pyrolysetemperatur T_P in dem Garraum (8) während der Haltephase I_3 in Abhängigkeit der Summe der durch eine zu geringe Sauerstoffkonzentration (b) verursachten Ausschaltzeiten der Heizquelle (20) während der Aufheizphase in der Auswerteschaltung (142) automatisch ermittelt wird/werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus der Addition der Summe der Ausschaltzeiten und einer vorher festgelegten und in dem Speicher (141) abgespeicherten Mindestdauer I_{3_MIN} in der Auswerteschaltung (142) die Dauer der Haltephase I_3 ermittelt wird.

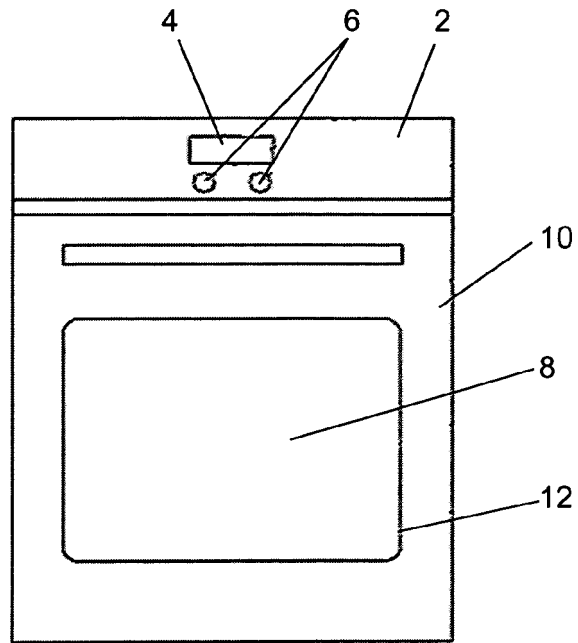


Fig. 1

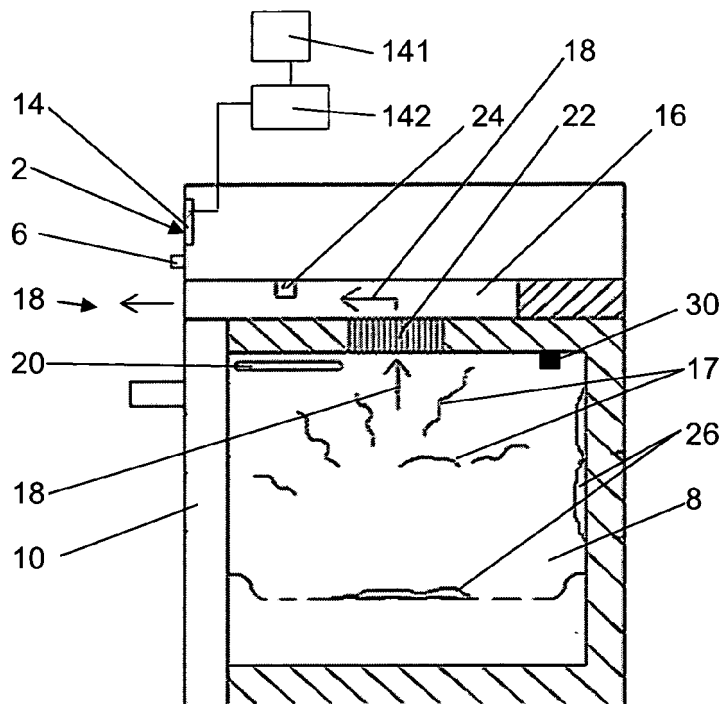


Fig. 2

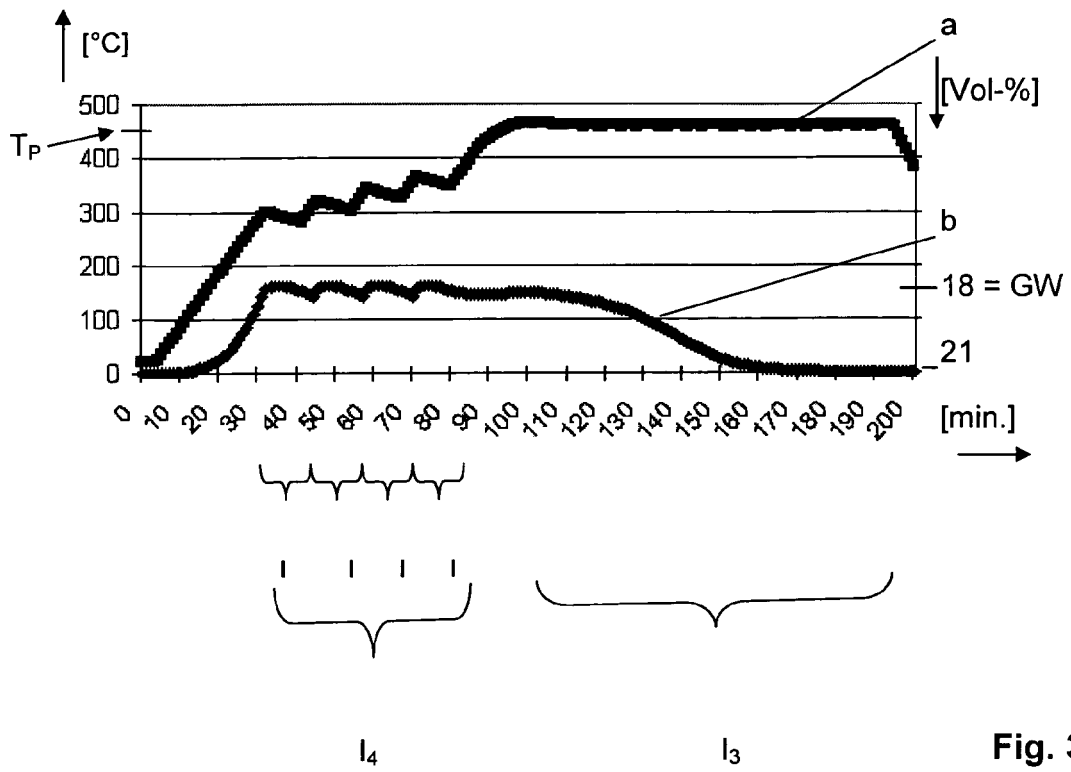


Fig. 3

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]
- DE 19706186 A1 [0004]