(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 717 830 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.09.1998 Patentblatt 1998/38

(21) Anmeldenummer: **95921694.6**

(22) Anmeldetag: **09.06.1995**

(51) Int Cl.[6]: **F27B 9/30**, F27D 17/00, F27B 9/20

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE95/00778

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 95/34793 (21.12.1995 Gazette 1995/54)

(54) **DURCHLAUFOFEN**

CONTINUOUS FURNACE

FOUR DE PASSAGE CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT

(30) Priorität: **10.06.1994 DE 4420295**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(73) Patentinhaber: **RIEDHAMMER GMBH**
90411 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:
- **KÖLLN, Bernd**
  D-90614 Ammerndorf (DE)
- **RICHTER, Henning**
  D-90461 Nürnberg (DE)

(74) Vertreter: **Becker, Thomas, Dr., Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Becker & Müller,
Turmstrasse 22
40878 Ratingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 335 735
DE-A- 3 232 294
DE-A- 3 632 918
DE-A- 3 923 887
FR-A- 851 064
FR-A- 1 255 054
FR-A- 2 420 109

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 717 830 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Durchlaufofen zum Brennen von keramischen Formteilen.

Der Begriff "Durchlaufofen" steht dabei stellvertretend für alle Arten von kontinuierlich arbeitenden Öfen, also beispielsweise Tunnelöfen mit Ofenwagen oder Rollenöfen.

Diese Durchlauföfen sind in der Regel wie folgt aufgebaut (in Transportrichtung des Gutes betrachtet): über einen Eingang durchläuft das Brenngut zunächst eine Aufheizzone, dann eine Brennzone und zum Schluß eine Abkühlzone, bevor es am Ofenausgang entnommen wird.

Der Begriff "keramische Formteile" umfaßt grundsätzlich alle Arten keramischer Formkörper, wie Porzellan, Sanitärkeramik etc. Es werden aber ausdrücklich auch sonderkeramische Produkte, wie Ferrite, beispielsweise Weichferrite, erfaßt.

Derartige Weichferrite zeichnen sich dadurch aus, daß sie unter Verwendung eines Bindemittels/Preßhilfmittels hergestellt und zu Formteilen verarbeitet wurden. Diese Zusatzmittel bestehen in der Regel aus organischen Substanzen, wie Polyvinylalkohol.

Die genannten Weichferrite zeigen gegenüber konventionellen keramischen Produkten ein besonderes Verhalten während des Brennprozesses. Bei der Erwärmung im Ofen, also in der Aufheizzone, brennen diese Zusatzmittel aus, so daß es zu einer Belastung der Ofenatmosphäre mit organischen Bestandteilen kommt.

Insoweit muß dafür Sorge getragen werden, daß die Ofenatmosphäre in der Aufheizzone sich nicht mit Bindemitteldämpfen aufkonzentriert; im Gegenteil: es ist stets dafür Sorge zu tragen, daß gleichbleibende Atmosphärenbedingungen herrschen, um eine gleichbleibend hohe Produktqualität sicherzustellen.

In der DE 2 001 148 A ist vorgeschlagen worden, zur gleichmäßigen Erwärmung von Brenngut die Ofenluft aus einem Tunnelofen in einen Zwischenraum zu führen, von dort aus einer Brennkammer zuzuführen und anschließend an anderer Stelle wieder in den Ofen zurückzuleiten.

In der DE 36 32 918 C2 wird ein Verfahren zur Beheizung der Anwärmzone eines Tunnelofens beschrieben, bei dem im Bereich der Anwärmzone eine mit heißem Ofengas versorgte Nebenstromleitung angeordnet wird, aus der über Fördereinrichtungen die Anwärmzone beheizt wird und Ofengas aus der Anwärmzone in umgekehrter Richtung in die Nebenstromleitung zur thermischen Nachreinigung geführt wird.

Bei diesem Verfahren lassen sich weder die im Rauchgas des Ofens vorhandenen energetisch wirksamen Bestandteile, insbesondere die in der Aufheizzone ausgasenden Bindemittelanteile, wärmetechnisch nutzen, noch lassen sich die Verbrennungsgrößen der Nebenstromleitung unabhängig vom Ofenbetrieb einstellen.

In der DE 32 32 294 C1 wird ein Verfahren zum Sintern von Weichferriten in einem Kammerofen, also einem diskontinuierlich arbeitenden Ofen, beschrieben, bei dem die Ofenatmosphäre während der sogenannten "Bindemittelphase" zusätzlich außerhalb der Ofenkammer erwärmt wird, und zwar dadurch, daß die sich während der Bindemittelphase verflüchtigenden Bindemittel im Umwälzkreislauf außerhalb der Ofenkammer kontinuierlich verbrannt werden und die dabei entstehenden Verbrennungsgase im Umwälzkreislauf verbleiben und nur die überschüssigen Gasmengen abgeführt werden.

Auf diese Weise soll das der Ofenkammer zugeführte Gas praktisch "inert" sein. Auf diese Weise läßt sich jedoch die Ofenatmosphäre nicht in der gewünschten Weise steuern/regeln. Darüber hinaus ist das bekannte Verfahren auf einen diskontinuierlichen Ofen beschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Durchlaufofen anzugeben, der folgende Merkmale erfüllt: es sollen die, im Rauchgas des Ofens vorhandenen energetisch wirksamen Bestandteile, insbesondere die in der Aufheizzone ausgasenden Bindemittelanteile, wärmetechnisch genutzt werden. Darüber hinaus soll eine definierte Ofenatmosphäre vor allem in der Aufheizzone einstellbar sein. Schließlich soll der Pyroprozeß insgesamt energetisch optimiert werden.

Dieses Ziel wird durch einen Durchlaufofen zum Brennen von keramischen Formteilen mit folgenden Merkmalen erreicht:

- Der Ofen weist eine Aufheiz-, eine Brenn- und eine Abkühlzone auf,
- von der Aufheizzone verläuft mindestens eine Rauchgasleitung in eine Verbrennungskammer,
- von der Verbrennungskammer führt mindestens eine Heißluftleitung zurück zur Aufheizzone,
- die Heißluftleitung verzweigt sich vor der Aufheizzone in mehrere Warmluftleitungen, die beabstandet zueinander in die Aufheizzone einmünden,
- in die Heißluftleitung und/oder die Warmluftleitungen münden Kaltluftleitungen ein.

Ein solcher Durchlaufofen weist folgende Vorteile auf: aus der Aufheizzone wird an einer oder mehreren Stellen Heißluft abgezogen, die zum Beispiel mit gasförmigen Bindemittelanteilen beladen ist, die während der Aufheizphase der keramischen Formteile aus diesen ausgasen.

Die Verbrennungsgase werden anschließend einer Verbrennungskammer zugeleitet, dort verbrannt, so daß eine weitestgehend gereinigte Heißluft anschließend zur Aufheizzone zurückgeführt werden kann. Die Verbrennungskammer kann im Ofen, jedoch getrennt vom Ofenkanal, zum Beispiel unterhalb des Ofenkanals

oder extern angeordnet werden.

Die zurückgeführte Heißluft hat beispielsweise eine Temperatur von 600 bis 1.000° C und liegt damit deutlich oberhalb der Temperatur, die in der Aufheizzone benötigt wird.

Es kommt hinzu, daß die Temperatur in der Aufheizzone - in Transportrichtung des Brenngutes betrachtet - unterschiedlich (ansteigend) ist. In jedem Fall liegt aber üblicherweise die maximale Temperatur der Ofenatmosphäre in der Aufheizzone deutlich unterhalb der genannten 1.000° C, nämlich beispielsweise bei 600° C.

Insoweit kommt dem Merkmal einer Kaltluftzufuhr in die Heißluftleitung beziehungsweise in die Warmluftleitungen eine besondere Bedeutung zu.

Über die Temperatur und Menge und Art der zugeführten Kaltluft (Gas) kann nun einerseits die Temperatur der in die Aufheizzone zurückgeführten Luft eingestellt werden und andererseits ist gleichzeitig auch eine Beeinflussung der gewünschten Atmosphärenart (beispielsweise des Sauerstoffgehaltes der zugeführten Luft) über die Kaltluft möglich.

Im Stand der Technik (DE 32 32 294 C1) wurde vorgeschlagen, praktisch inerte Heißluft in den Ofen zurückzuführen. Diese, unmittelbar aus einer Verbrennung stammende Heißluft ist jedoch - wie dargestellt - einerseits zu heiß und entspricht in ihrer Zusammensetzung vor allem nicht der gewünschten Ofenatmosphäre.

Diese Mängel werden durch die erfindungsgemäße Lösung vermieden.

Insbesondere die Tatsache, daß mehrere Warmluftleitungen beabstandet zueinander in die Aufheizzone zurückgeführt werden, ermöglicht es, ein dem jeweiligen Ofen angepaßtes Temperatur- und Atmosphärenprofil in der Aufheizzone einzustellen.

Dabei sieht eine Ausführungsform der Erfindung vor, die Warmluftleitungen - in Transportrichtung des Gutes betrachtet - hintereinander entlang der Aufheizzone anzuordnen, wobei zur Vergleichmäßigung der Ofenatmosphäre vorzugsweise eine beidseitige Warmluftzufuhr erfolgt. Selbstverständlich können alternativ oder ergänzend auch mehrere Warmluftleitungen vertikal übereinander in die Aufheizzone geführt werden, um über die Höhe des Ofenkanals eine gleichmäßige Warmluftzufuhr sicherzustellen.

In den Fällen, in denen jeder Warmluftleitung eine eigene Kaltluftleitung zugeordnet wird, lassen sich die Temperatur und Atmosphäre der zurückgeführten Warmluft jeweils individuell einstellen.

Dabei sieht eine Ausführungsform der Erfindung vor, daß die aus den Kaltluftleitungen zugeführte Kaltluftmenge beziehungsweise ihre Temperatur regel- oder steuerbar ist, entsprechend einem vorwählbaren Temperatur-/Atmosphärenprofil für den Durchlaufofen.

Die Regelung beziehungsweise Steuerung kann beispielsweise für ein entsprechendes Ventil im Anschlußbereich der Kaltluftleitungen zu der jeweiligen Warmluftleitung erfolgen.

Die externe Verbrennungskammer kann an geeigneter Stelle angeordnet werden und ist beispielsweise mit einem oder mehreren eigenen Brennern ausgerüstet. Etwaige Überschußluft kann über einen Schornstein weggeführt werden.

Der Durchlaufofen selbst kann auf konventionelle Art und Weise energetisch versorgt werden, beispielsweise mit Gas oder elektrischen Heizelementen.

Aufgrund des beschriebenen Kreislaufes und der Nachverbrennung energiehaltiger Rauchgase kann die Beheizung der Aufheizzone praktisch ohne Primärenergie erfolgen, so daß Brenner oder eine elektrische Beheizung in diesem Bereich nicht unbedingt notwendig sind.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche sowie den sonstigen Anmeldungsunterlagen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert.

Da der prinzipielle Aufbau des erfindungsgemäßen Durchlaufofens, beispielsweise seine feuerfeste Ausmauerung, ohne weiteres nach dem Stand der Technik erfolgen kann, zeigt die einzige Figur lediglich schematisch das Prinzip einer erfindungsgemäßen Ofenkonstruktion.

Mit dem Bezugszeichen 10 ist ein Tunnelofen dargestellt, der einen Ofeneingang 12, eine Aufheizzone 14, eine Brennzone 16 und eine Abkühlzone 18 sowie einen Ofenausgang 20 aufweist. Der Transportweg des durch den Ofen 10 geführten Brenngutes ist durch den Pfeil T dargestellt.

Von der Aufheizzone verläuft eine Rauchgasleitung 22 in eine Verbrennungskammer 24, die mit einem Brenner 26 befeuert wird.

Von der Verbrennungskammer 24 verläuft eine Heißluftleitung 28 zurück in Richtung auf die Aufheizzone 14. Vor Eintritt in die Aufheizzone 14 verzweigt sich die Heißluftleitung 28 jedoch in hier sechs Teilleitungen (Warmluftleitungen genannt) und mit dem Bezugszeichen 30 gekennzeichnet. Die Warmluftleitungen 30 münden jeweils paarweise von links und rechts durch die Ofenwand in den Ofenkanal ein und sind auf jeder Ofenseite in Transportrichtung T hintereinander angeordnet.

Zu jeder Warmluftleitung 30 führt eine Kaltluftleitung 32, wobei im Übergangsbereich jeweils ein Regelventil 34 angeordnet ist, so daß die Menge der zugeführten Kaltluft eingestellt werden kann. Ebenso ist natürlich auch die Temperatur der den einzelnen Warmluftleitungen 30 zugeführten Kaltluft individuell einstellbar.

Auf diese Weise kann entlang der Aufheizzone 14 (in Transportrichtung T betrachtet) nicht nur sichergestellt werden, daß an der jeweiligen Ofenstelle Warmluft einer vorwählbaren Temperatur zugeführt wird, sondern gleichzeitig kann auch beispielsweise der Sauerstoffgehalt der so zugeführten Luft über die jeweilige Kaltluftmenge geregelt oder gesteuert werden. Dies ist gerade

beim Brennen von sonderkeramischen Werkstoffen wie Weichferriten, die äußerst empfindlich auf Atmosphärenschwankungen reagieren, wichtig.

Um auch eine möglichst gleichmäßige Warmluftzufuhr über die Höhe des Ofenkanals zu erreichen, ist es selbstverständlich möglich, an einzelnen Stellen auch mehrere Warmluftleitungen 30 übereinander anzuordnen.

Patentansprüche

1. Durchlaufofen zum Brennen von keramischen Formteilen mit folgenden Merkmalen:

   1.1 einer Aufheiz- (14), einer Brenn- (16) und einer Abkühlzone (18),

   1.2 von der Aufheizzone (14) verläuft mindestens eine Rauchgasleitung (22) in eine Verbrennungskammer (24),

   1.3 von der Verbrennungskammer (24) führt mindestens eine Heißluftleitung (28) zurück zur Aufheizzone (14),

   1.4 die Heißluftleitung (28) verzweigt sich vor der Aufheizzone (14) in mehrere Warmluftleitungen (30), die beabstandet zueinander in die Aufheizzone (14) einmünden,

   1.5 in die Heißluftleitung (28) und/oder die Warmluftleitungen (30) münden Kaltluftleitungen (32) ein.

2. Durchlaufofen nach Anspruch 1, bei dem jeder Warmluftleitung (30) eine eigene Kaltluftleitung (32) zugeordnet ist.

3. Durchlaufofen nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die aus den Kaltluftleitungen (32) zugeführte Kaltluftmenge regeloder steuerbar ist.

4. Durchlaufofen nach Anspruch 3, bei dem im Anschlußbereich der Kaltluftleitungen (32) zu den jeweiligen Warmluftleitungen (30) ein Regel- oder Steuerventil (34) angeordnet ist.

5. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Verbrennungskammer (24) mit Brennern (26) ausgebildet ist.

6. Durchlaufofen nch einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Aufheizzone (14) frei von Brennern oder elektrischen Heizeinrichtungen ist.

7. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Warmluftleitungen (30) in beide Wandflächen des Ofens einmünden.

8. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Warmluftleitungen (30), in Transportrichtung (T) der keramischen Formteile betrachtet, hintereinander angeordnet sind.

9. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Warmluftleitungen (30) mit unterschiedlichem Abstand zum Boden des Ofens in die Aufheizzone (14) einmünden.

10. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Verbrennungskammer unterhalb des Bodens des Ofenkanals angeordnet ist.

Claims

1. Continuous furnace for firing ceramic molded parts having the following features:

   1.1 a pre-heating zone (14), a firing zone (16), and a cooling zone (18),
   1.2 at least one combustion gas duct (22) extends from the said pre-heating zone (14) into a combustion chamber (24),
   1.3 at least one hot air duct (28) leads back from the said combustion chamber (24) to the said pre-heating zone (14),
   1.4 the said hot air duct (28) branches in front of the said pre-heating zone (14) into a plurality of warm air ducts (30), which open into the said pre-heating zone (14) at spaced locations from one another,
   1.5 cold air ducts (32) open into at least one of the said hot air duct (28) and the said warm air ducts (30).

2. Continuous furnace in accordance with claim 1, in which a separate cold air duct (32) is associated with each of said warm air duct (30).

3. Continuous furnace in accordance with claim 1 or 2, in which the amount of cold air fed in from the said cold air ducts (32) can be regulated or controlled.

4. Continuous furnace in accordance with claim 3, in which a regulation or control valve (34) is arranged in the junction area of the said cold air ducts (32) to the said respective warm air ducts (30).

5. Continuous furnace in accordance with one of the claims 1 through 4, in which the said combustion chamber (24) is provided with burners (26).

6. Continuous furnace in accordance with one of the

claims 1 through 5, in which the said pre-heating zone (14) is free from burners or electric heating means.

7. Continuous furnace in accordance with one of the claims 1 through 6, in which the said warm air ducts (30) open into both opposing side walls of the furnace.

8. Continuous furnace in accordance with one of the claims 1 through 7, in which the said warm air ducts (30) are arranged one behind the other when viewed in the direction of transportation (T) of the ceramic molded parts.

9. Continuous furnace in accordance with one of the claims 1 through 8, in which the said warm air ducts (30) open into the said pre-heating zone (14) at different distances from the bottom of the furnace.

10. Continuous furnace in accordance with one of the claims 1 through 8, in which the combustion chamber is arranged under the bottom of the furnace channel.

Revendications

1. Four de passage continu pour la cuisson de pièces de forme en céramique caractérisé par une zone de chauffage (14), une zone de cuisson (16) et une zone de refroidissement (18), au moins une conduite de gaz de fumée (22) qui s'étend de la zone de chauffage (14) dans une chambre de combustion (24), au moins une conduite d'air très chaud (28) qui revient de la chambre de combustion (24) à la zone de chauffage (14), la conduite d'air très chaud (28) se ramifiant avant la zone de chauffage (14) en plusieurs conduites d'air chaud (30) qui débouchent dans la zone de chauffage (14) avec un certain espacement les unes par rapport aux autres, et des conduites d'air froid (32) qui débouchent dans la conduite d'air très chaud (28) et/ou dans les conduites d'air chaud (30).

2. Four de passage continu selon la revendication 1, dans lequel chaque conduite d'air chaud (30) possède sa propre conduite d'air froid (32).

3. Four de passage continu selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la quantité d'air froid alimentée à partir des conduites d'air froid (32) peut être régulée ou commandée.

4. Four de passage continu selon la revendication 3, dans lequel une soupape de régulation ou de commande (34) est disposée dans la zone de raccordement des conduites d'air froid (32) à chacune des conduites d'air chaud (30).

5. Four de passage continu selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la chambre de combustion (24) est formée avec des brûleurs (26).

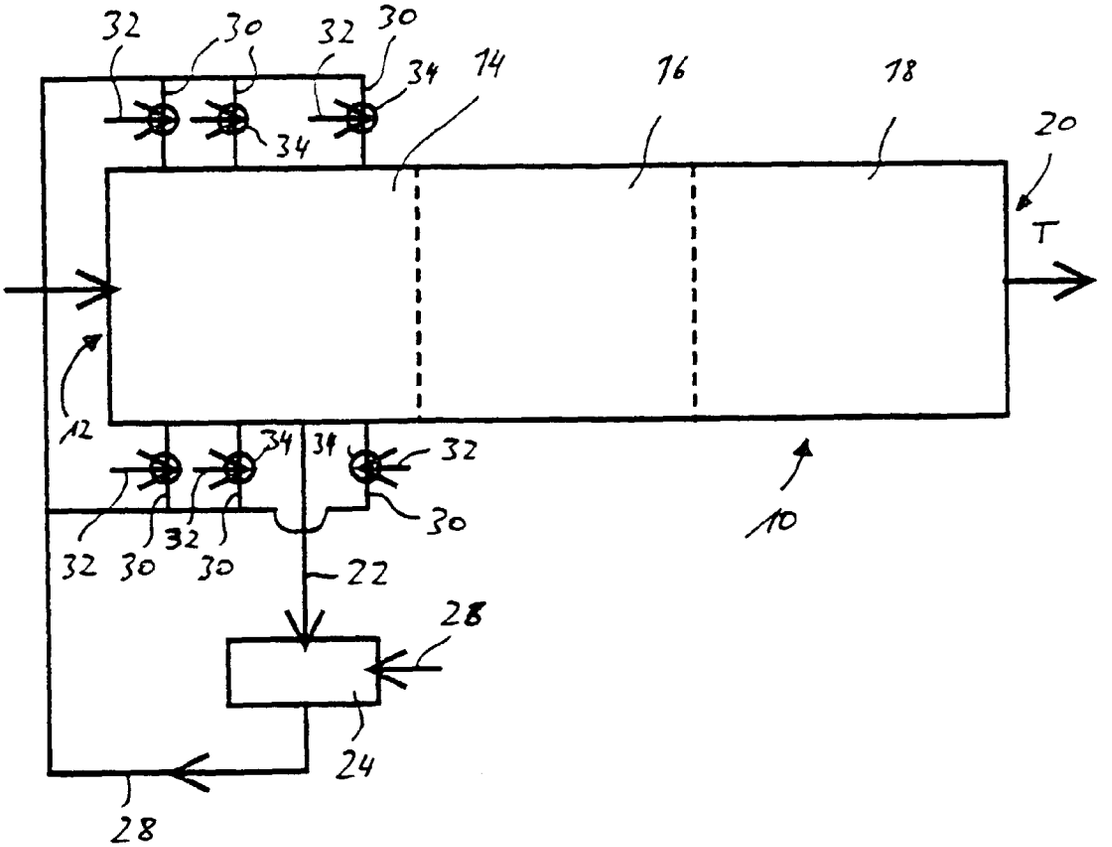
6. Four de passage continu selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la zone de chauffage (14) est dépourvue de brûleurs ou de dispositifs de chauffage électriques.

7. Four de passage continu selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les conduites d'air chaud (30) débouchent dans les deux surfaces de paroi du four.

8. Four de passage continu selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les conduites d'air chaud (30) sont disposées les unes derrière les autres dans le sens du transfert (T) des pièces de forme en céramique.

9. Four de passage continu selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les conduites d'air chaud (30) débouchent dans la zone de chauffage (14) à une distance variable par rapport à la base du four.

10. Four de passage continu selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la chambre de combustion est disposée au-dessous de la base du tunnel du four.


32
30
32
30
34
14
16
18
20
T
34
34
32
12
30
32
30
30
22
10
28
24
28