

(19)



(11)

EP 2 220 449 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.05.2019 Patentblatt 2019/19

(51) Int Cl.:
F27B 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08853545.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/066092

(22) Anmeldetag: **24.11.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/068505 (04.06.2009 Gazette 2009/23)

(54) **TUNNELOFEN FÜR DIE TEMPERATURBEHANDLUNG VON WAREN**

TUNNEL FURNACE FOR THE TEMPERATURE TREATMENT OF GOODS

FOUR TUNNEL POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE DE MARCHANDISES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(74) Vertreter: **Clauswitz, Kai-Uwe Wolfram**
Umicore AG & Co. KG
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang (DE)

(30) Priorität: **26.11.2007 DE 102007057237**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.2010 Patentblatt 2010/34

EP-A- 0 177 917	EP-B- 1 049 904
DE-A1- 10 140 007	DE-B- 1 251 470
FR-A- 2 390 691	JP-A- S61 134 583
US-A- 1 488 910	US-A- 3 463 465
US-A- 3 884 667	US-A1- 2003 143 098

(73) Patentinhaber: **Umicore AG & Co. KG**
63457 Hanau-Wolfgang (DE)

(72) Erfinder: **HASSELMANN, Wolfgang**
79618 Rheinfelden (DE)

EP 2 220 449 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

[0001] Die Erfindung betrifft einen Tunnelofen für die Temperaturbehandlung von Waren im Durchlaufverfahren innerhalb eines Fertigungsprozesses.

[0002] Tunnelöfen oder Durchlauföfen bestehen die in der Regel aus mehreren aneinandergeflanschten Segmenten. Die Segmente bilden einen Tunnel durch den die zu behandelnden Gegenstände auf einem geeigneten Förderband transportiert werden. Eine Beladestation und eine Entladestation dienen zur Be- und Entladung des Förderbandes. Die Tunnelöfen werden entweder mit Hilfe von Brennern oder elektrischen Heizelementen beheizt.

[0003] Die Offenlegungsschrift DE 2 344 138, die US-Patentschrift US 2,330,984, die belgischen Patentschrift BE 557592 und die europäische Patentanmeldung EP 0 090 790 A1 offenbaren Tunnelöfen, in denen, angetrieben durch ein Gebläse, erhitzte Luft quer zur Transportrichtung der Waren zirkuliert. Die Zirkulationsströmung ist dabei so ausgebildet, daß sie die auf einem Transportband befindlichen Waren über die gesamte Breite des Transportbandes in gleicher Richtung durchströmt. Die Rückströmung der erhitzten Luft erfolgt über entsprechende Freiräume an beiden Seiten des Transportbandes innerhalb des Tunnelofens.

[0004] Die europäische Patentanmeldung EP 1 106 947 A1 beschreibt einen Tunnelofen für die Erwärmung von Leiterplatten. Dieser Ofen besitzt unter anderem zwei parallele Transportbänder für die Leiterplatten.

[0005] Tunnelöfen werden auch bei der Fertigung von Autoabgaskatalysatoren zur Trocknung und Kalzinierung von keramischen Grünkörpern oder einer auf inerten Trägern aufgetragenen Katalysatorschicht eingesetzt. Tunnelöfen für die Kalzinierung von keramischen Wabenkörpern werden zum Beispiel in den Patentschriften US 6,048,199, US 6,089,860 und US 6,325,963 B1 beschrieben. DE 1 251 479 B offenbart ein Verfahren zum Transportieren von Brenngut in Stückform durch einen Tunnelofen, mit einer Anzahl getrennter Tunneleinheiten. Unter dem Herd des Ofens in einer Heizkammer sind Heizelemente, bzw. Gas- oder Ölbrenner oder Elektrische Heizkörper, angeordnet. Jede Tunneleinheit weist eigene Ventilatoren auf, welche der unter dem Herd befindlichen Heißluftkammer, in der die Heizelemente angeordnet sind.

[0006] Die vorliegende Erfindung befaßt sich besonders mit einem Tunnelofen für die Herstellung von Autoabgaskatalysatoren. Bei den Waren handelt es sich daher bevorzugt um frisch mit Katalysatormaterial beschichtete monolithische Tragkörper wie sie in Form von sogenannten Wabenkörpern aus Keramik oder Metall zur Herstellung von Autoabgaskatalysatoren verwendet werden. Die Katalysatorschicht muß getrocknet und kalzinieren werden. Der erfindungsgemäße Tunnelofen kann natürlich auch für die Behandlung anderer Waren eingesetzt werden.

[0007] Die katalytische Beschichtung der Wabenkörper

besteht gewöhnlich aus einer Aufschlämmung von oxidischen Trägermaterialien in Wasser. Die Aufschlämmung kann weiterhin Vorläuferverbindungen von katalytisch aktiven Edelmetallen und Promotoren enthalten. Dabei handelt es sich häufig um Nitrate oder Chloride dieser Edelmetalle und Promotoren, die erst durch die Kalzinierung im Tunnelofen in die eigentlichen katalytisch aktiven Komponenten überführt werden. Durch Trocknung und Kalzinierung werden Wasserdampf und Stickoxide oder Chlorverbindungen frei, die zusammen mit einem Teil der Ofenluft aus dem Tunnelofen bei gleichzeitigem Ersatz durch Frischluft ausgeschleust und gegebenenfalls einer Abgasentgiftung zugeführt werden müssen.

[0008] Von der Beladestation gelangen die Wabenkörper in der Regel zunächst in eine Trocknungszone, in der sie bei einer Temperatur von etwa 100 bis 200 °C getrocknet werden. Nach Durchlaufen der Trocknungszone treten sie in die Kalzinierungszone ein, in der sie bei Temperaturen von 300 bis 600 °C behandelt werden. Anschließend verlassen sie den Tunnelofen über die Entladestation.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Tunnelofen anzugeben, der besonders raumsparend aufgebaut ist und die eingesetzte Heizenergie optimal nutzt und somit zur Energieeinsparung beiträgt.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen Tunnelofen für die Temperaturbehandlung von Waren (12, 12') gelöst, der einen tunnelförmigen Ofenraum aufweist, durch den die zu behandelnden Waren in einer Durchlaufrichtung transportiert werden, wobei der Tunnelofen in Durchlaufrichtung mehrere aneinandergeflanschte Tunnelsegmente (10) aufweist. Der Tunnelofen ist dadurch gekennzeichnet, daß jedes Tunnelsegment wenigstens ein Gebläse (15) und wenigstens ein Heizelement (17) enthält sowie einen Ansaugkanal (19) für Frischluft und einen Abgaskanal (22) für mit Abgasen und Wasserdampf beladene Abluft, und daß das/die Gebläse in den Tunnelsegmenten so angeordnet ist/sind, daß es/sie eine Zirkulationsströmung (23) mit einer Abwärts- und einer Aufwärtsströmung quer zur Durchlaufrichtung erzeugen können, wobei zwei parallele Transportbänder (11, 11') für die Waren in der Abwärts- und Aufwärtsströmung vorgesehen sind und wobei der Querschnitt des Tunnelofens senkrecht zur Durchlaufrichtung durch ein vertikales Strömungsleitblech (13) in zwei Hälften geteilt ist.

[0011] Erfindungsgemäß wird in den Tunnelsegmenten von dem oder den Gebläsen eine Zirkulationsströmung quer zur Durchlaufrichtung der Waren erzeugt und die zu behandelnden Waren werden sowohl auf der Druck- als auch auf der Saugseite der Gebläse durch die Zirkulationsströmung transportiert. Dadurch wird der erzeugte Gasstrom für die Behandlung der Waren optimal genutzt. Je nach Anordnung der Gebläse befindet sich die Abwärts- oder Aufwärtsströmung auf der Druck- oder auf der Saugseite der Gebläse oder umgekehrt. Vorzugsweise wird das Gebläse von einem Motor angetrieben, der im Ansaugkanal für die Frischluft angeordnet ist.

[0012] Bevorzugt weisen die Tunnelsegmente einen rechteckigen Querschnitt auf und sind jeweils von einem Boden, einer Decke und zwei Seitenwänden begrenzt, wobei die Gebläse bevorzugt von unten durch den Boden in den Ofenraum eingeführt sind. Zur Erleichterung allgemeiner Wartungs- und Reparaturarbeiten können die Seitenwände der Tunnelsegmente abklappbar ausgebildet sein.

[0013] Im Ofenraum können zur Führung des Luftstromes Strömungsleitbleche und Loch- oder Schlitzbleche zur gleichmäßigen An- und gegebenenfalls Durchströmung der zu behandelnden Waren angeordnet sein. Außerdem können die Strömungsleitbleche die Ausbildung der gewünschten Zirkulationsströmung unterstützen.

[0014] Für die Beheizung des Ofenraums sind sowohl Gas- oder Ölbrenner oder elektrische Heizelemente geeignet. Bevorzugt werden elektrische Heizelemente verwendet.

[0015] Zur Verringerung von Wärmeverlusten ist es vorteilhaft, den Abgaskanal im Innern des Ofenraumes anzuordnen. Vorzugsweise ist daher der Abgaskanal im Inneren der Tunnelsegmente verlegt. Der Abgaskanal sammelt die Abluft der einzelnen Zirkulationsströmungen und führt sie an einer zentralen Stelle nach außen. Falls erforderlich kann die Abluft einer Abgasentgiftung zugeführt werden.

[0016] Die im Innern der Tunnelsegmente angeordneten Gebläse müssen von Zeit zu Zeit gewartet oder repariert werden. In einer bevorzugten Ausführungsform des Tunnelofens werden daher die Gebläse zum Zweck eines leichten Austauschs mit einem Teil des Bodens oder der Seitenwand an das Tunnelsegment angeflanscht.

[0017] Für den Transport der Waren durch den Tunnelofen können Wagen oder Transportbänder eingesetzt werden. Bevorzugt werden Transportbänder verwendet. In diesem Fall werden die zu behandelnden Waren auf der Saug- und Druckseite der Gebläse auf zwei parallelen Transportbändern durch die Zirkulationsströmungen transportiert. Der Einfachheit halber können beide Bänder von einem gemeinsamen Antrieb angetrieben werden. Vorzugsweise ist das Gebläse unter nur einem der Transportbänder mit nur einem Teil der Waren angeordnet.

[0018] Der Tunnelofen wird zum Beispiel für die Trocknung und Kalzinierung von mit Katalysatorschichten beschichteten keramischen oder metallischen Wabenkörpern zur Herstellung von Autoabgaskatalysatoren verwendet. Zu diesem Zweck wird das gewünschte Temperaturprofil längs der Durchlaufrichtung des Tunnelofens durch Ansteuerung der Heizelemente der Tunnelsegmente eingestellt. Die zu behandelnden Waren werden auf den parallelen Transportbändern durch die Abwärts- und Aufwärtsströmung der Zirkulationsströmung transportiert, wobei jeweils ein Teil des Zirkulationsstromes zur Entfernung von bei der Temperaturbehandlung der Waren freiwerdenden Abgasen und Wasserdampf aus dem Ofen ausgeschleust und durch eine entsprechende

Menge Frischluft ersetzt wird.

[0019] Der modulare Aufbau des Tunnelofens macht es möglich, zwischen die erfindungsgemäßen Tunnelsegmente andere Stationen wie zum Beispiel eine Station zur reduktiven Behandlung der Waren mit zum Beispiel Formiergas einzufügen. Weiterhin ist es möglich, bei ausgewählten Tunnelsegmenten, falls erforderlich, die Heizung durch eine Kühlung zu ersetzen.

[0020] Sollen nur geringe Stückzahlen von Waren im Ofen behandelt werden, so kann es vorteilhaft sein, einen Kammerofen auf der Basis nur eines Tunnelsegmentes aufzubauen, wobei die Förderbänder durch entsprechende Tragroste ersetzt sind.

[0021] Bei den in der Beschreibungseinleitung besprochenen Tunnelöfen mit einer Zirkulationsströmung quer zur Durchlaufrichtung werden die zu behandelnden Waren nur in einer Richtung von der Heizluft durchströmt. Die Rückströmung wird jeweils außen um die Waren herumgeführt. Dies bedeutet, daß die einzelnen Tunnelsegmente einen breiteren Querschnitt aufweisen müssen als für den Transport der Waren notwendig ist. Im Gegensatz dazu wird bei der vorliegenden Erfindung auch der Rückstrom der Zirkulationsströmung für die Behandlung der Waren ausgenutzt. Dadurch können die einzelnen Tunnelsegmente entsprechend kompakter ausgelegt werden. Die Erfahrungen des Erfinders zeigen, daß bis zu 30 % Mantelfläche eines Tunnelsegmentes durch die Erfindung eingespart werden können. Das bedeutet eine erhebliche Ersparnis an Stahlblechen und Wärmeisolierung. Außerdem wird entsprechend der eingesparten Mantelfläche die Wärmeabstrahlung verringert, die auch trotz guter Isolierung nicht ganz vermieden werden kann. Der Tunnelofen gemäß der Erfindung trägt somit auch wesentlich zur Einsparung von Energie bei.

[0022] Die Erfindung wird an Hand der folgenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Seitenansicht eines Tunnelofens

Figur 2: Querschnitt durch ein Tunnelsegment

[0023] Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Tunnelofens (1). Am Anfang und Ende des Tunnelofens befindet sich eine Beladestation (2) zur Beschickung des Tunnelofens mit den zu behandelnden Waren, beziehungsweise eine Entladestation (3) zur Entnahme der behandelten Waren. Der Tunnelofen besteht aus mehreren aneinandergelagerten Tunnelsegmenten (4). Für die Trocknung und Kalzinierung von Autoabgaskatalysatoren werden Temperaturen zwischen 100 und 600, bevorzugt zwischen 100 und 500 °C benötigt. Der modulare Aufbau des Ofens ermöglicht es, die Behandlungstemperatur für jedes Tunnelsegment weitgehend unabhängig von benachbarten Segmenten einzustellen. So ist es möglich, an die Beladestation anschließend die Temperatur im Ofen zur Trocknung der feuchten Katalysatoren zwischen 100 und 200 °C einzustellen. Erst nach Durchlaufen dieser Trocknungszone wird die Ofen-

temperatur zum Beispiel auf 300 bis 600 °C erhöht, um die Katalysatorbeschichtung zu kalzinieren.

[0024] Figur 2 zeigt beispielhaft den Querschnitt eines Tunnelsegmentes (10) senkrecht zur Durchlaufrichtung. Der Querschnitt des Tunnelsegmentes ist rechteckförmig und wird begrenzt von einem Bodenblech (24), einer Decke (25) sowie von den beiden Seitenwänden (26 und 27). Der Querschnitt des Tunnelofens ist durch ein vertikales Strömungsleitblech (13) in zwei Hälften geteilt. In beiden Hälften befindet sich je ein Transportband (11, 11') für die durch den Tunnel zu transportierenden Waren (12, 12'). Die Transportbänder werden zweckmäßigerweise gelocht ausgeführt, um den Zirkulationsstrom möglichst wenig zu behindern. In Figur 2 ist die Längsausdehnung der Transportbänder senkrecht zur Zeichenebene gerichtet. Ein Gebläse (15) ist von unten an den Tunnelofen angeflanscht und dient zur Erzeugung der Zirkulationsströmung (23). Das Gebläse wird vom Motor (16) angetrieben. Die Gasströmungen im Tunnelsegment sind in Figur 2 durch gestrichelte Pfeile gekennzeichnet. Auf der Saugseite des Gebläses wird Frischluft (18) über einen Ansaugkanal (19) angesaugt. Die Frischluft (20) wird durch ein Heizelement (17) auf die notwendige Behandlungstemperatur gebracht. Zur Kühlung des Gebläsemotors ist es vorteilhaft, den Motor im Ansaugkanal für die Frischluft anzuordnen. Die heiße und mit Abgasen beladene Abluft (21) wird von einem Abgaskanal (22) gesammelt und zu einer zentralen Entsorgungsstelle geführt. Zur Nutzung des Wärmeinhalts des Abgases ist es vorteilhaft, den Abgaskanal (22) im Innern der Tunnelsegmente zu verlegen. Die Strömungsverhältnisse im Tunnelsegment können durch geeignete Strömungsleitbleche und Blenden so beeinflusst werden, daß die zu behandelnden Waren möglichst gleichmäßig angeströmt werden. Beispielhaft ist in Figur 2 nur ein weiteres Strömungsleitblech (14) dargestellt. Die notwendige Wärmedämmung der Wände des Tunnelsegments sind in Figur 2 zu Wahrung der Übersichtlichkeit nicht gezeigt.

Patentansprüche

1. Tunnelofen mit einem Ofenraum und einer Durchlaufrichtung für die Temperaturbehandlung von Waren (12, 12'), wobei der Tunnelofen in Durchlaufrichtung mehrere aneinandergeflanschte Tunnelsegmente (10) enthält,
dadurch gekennzeichnet,
daß jedes Tunnelsegment wenigstens ein Gebläse (15) und wenigstens ein Heizelement (17) enthält sowie einen Ansaugkanal (19) für Frischluft und einen Abgaskanal (22) für mit Abgasen und Wasserdampf beladene Abluft, und daß das/die Gebläse in den Tunnelsegmenten so angeordnet ist/sind, daß es/sie eine Zirkulationsströmung (23) mit einer Abwärts- und einer Aufwärtsströmung quer zur Durchlaufrichtung erzeugen können, wobei zwei parallele

Transportbänder (11, 11') für die Waren in der Abwärts- und Aufwärtsströmung vorgesehen sind, wobei der Querschnitt des Tunnelofens senkrecht zur Durchlaufrichtung durch ein vertikales Strömungsleitblech (13) in zwei Hälften geteilt ist.

2. Tunnelofen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Gebläse (15) von einem Motor (16) angetrieben wird, der im Ansaugkanal (19) für die Frischluft (18) angeordnet ist.
3. Tunnelofen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Tunnelsegmente einen rechteckigen Querschnitt aufweisen und jeweils von einem Bodenblech (24), einer Decke (25) und zwei Seitenwänden (26, 27) begrenzt werden, wobei das Gebläse von unten durch den Boden in den Ofenraum eingeführt ist.
4. Tunnelofen nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Ofenraum Strömungsleitbleche (13) zur Führung des Luftstromes und Loch- oder Schlitzbleche (14) zur gleichmäßigen Anströmung der zu behandelnden Waren angeordnet sind.
5. Tunnelofen nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Heizelemente (17) elektrisch betrieben werden.
6. Tunnelofen nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abgasleitung (22) die Abluft der einzelnen Zirkulationsströmungen sammelt und an einer zentralen Stelle nach außen führt.
7. Tunnelofen nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Abgaskanal (22) im Inneren der Tunnelsegmente verlegt ist.
8. Tunnelofen nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Seitenwände der Tunnelsegmente abklappbar ausgelegt sind, um Wartungs- und Reparaturarbeiten zu erleichtern.
9. Tunnelofen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die beiden Transportbänder von einem gemeinsamen Antrieb angetrieben werden.
10. Tunnelofen nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Gebläse (15) unter nur einem der Transportbänder (11') mit nur einem Teil der Waren (12')

angeordnet ist.

11. Verwendung des Tunnelofens nach einem der vorstehenden Ansprüche für die Trocknung und Kalzinierung von mit Katalysatorschichten beschichteten keramischen oder metallischen Wabenkörpern.
12. Verfahren zum Betreiben des Tunnelofens nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das gewünschte Temperaturprofil längs der Durchlaufrichtung des Tunnelofens durch Ansteuerung der jeweiligen Heizelemente eingestellt wird und die zu behandelnden Waren auf den parallelen Transportbändern durch die Abwärts- und Aufwärtsströmung der Zirkulationsströmung transportiert werden, wobei jeweils ein Teil des Zirkulationsstromes zur Entfernung von bei der Temperaturbehandlung der Waren frei werdenden Abgasen und Wasserdampf aus dem Ofen ausgeschleust und durch eine entsprechende Menge Frischluft ersetzt wird.

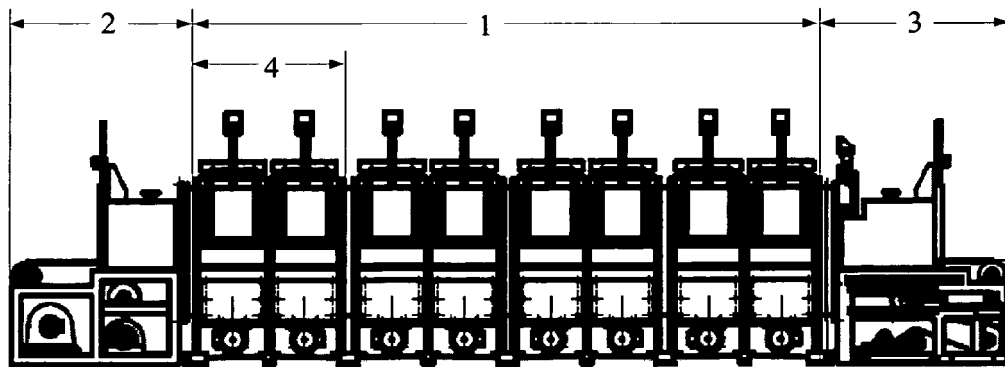
Claims

1. Tunnel furnace comprising a furnace chamber and a throughput direction for the temperature treatment of goods (12, 12'), the tunnel furnace including a plurality of tunnel segments (10) flanged together in the throughput direction,
characterized in that
each tunnel segment includes at least one blower (15) and at least one heating element (17) as well as an intake duct (19) for fresh air and an exhaust duct (22) for exhaust air laden with exhaust gases and water vapor, and **in that** the blower(s) in the tunnel segments is/are arranged in such a way that it/they can produce a circulation flow (23) with a downward and an upward flow transverse to the throughput direction, two parallel conveyor belts (11, 11') being provided for the goods in the downward and upward flow, the cross section of the tunnel furnace being divided into two halves perpendicularly to the throughput direction by a vertical flow guide plate (13).
2. Tunnel furnace according to claim 1,
characterized in that
the blower (15) is driven by a motor (16) which is arranged in the intake duct (19) for the fresh air (18).
3. Tunnel furnace according to claim 1,
characterized in that
the tunnel segments have a rectangular cross section and are each delimited by a base plate (24), a ceiling (25) and two side walls (26, 27), the blower being introduced from below through the base into the furnace chamber.

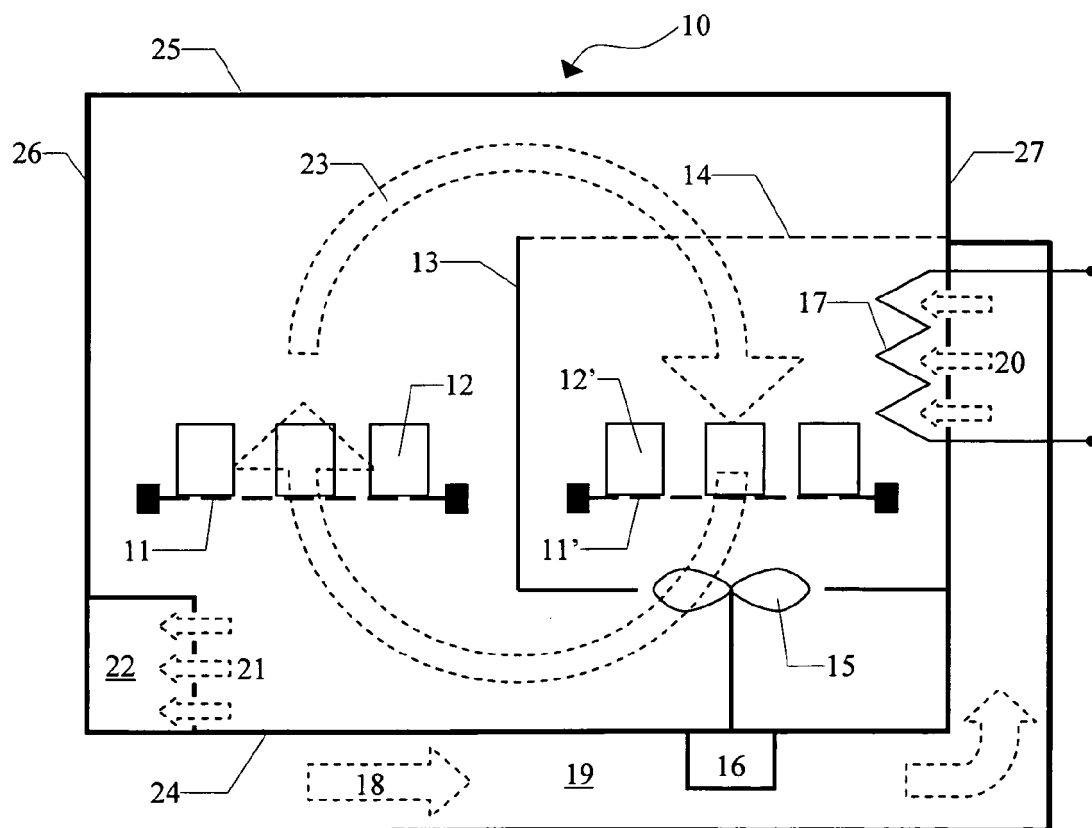
4. Tunnel furnace according to claim 3,
characterized in that
flow guide plates (13) for guiding the air flow and perforated or slotted plates (14) for even inflow to the goods to be treated are arranged in the furnace chamber.
5. Tunnel furnace according to claim 4,
characterized in that
the heating elements (17) are electrically operated.
6. Tunnel furnace according to claim 5,
characterized in that
the exhaust pipe (22) collects the exhaust air of the individual circulation flows and conducts them outside at a central point.
7. Tunnel furnace according to claim 6,
characterized in that
the exhaust duct (22) is laid inside the tunnel segments.
8. Tunnel furnace according to claim 6,
characterized in that
the side walls of the tunnel segments are designed to be foldable in order to facilitate maintenance and repair work.
9. Tunnel furnace according to claim 1,
characterized in that
the two conveyor belts are driven by a common drive.
10. Tunnel furnace according to claim 1,
characterized in that
the blower (15) is arranged below only one of the conveyor belts (11') with only a portion of the goods (12').
11. Use of the tunnel furnace according to any of the preceding claims for the drying and calcining ceramic or metallic honeycomb bodies coated with catalyst layers.
12. Method for operating the tunnel furnace according to any of the preceding claims,
characterized in that
the desired temperature profile is adjusted along the throughput direction of the tunnel furnace by controlling the respective heating elements, and the goods to be treated are transported on the parallel conveyor belts through the downward and upward flow of the circulation flow, a portion of the circulation flow in each case being discharged from the furnace in order to remove exhaust gases and water vapor released during the temperature treatment of the goods, and replaced by a corresponding quantity of fresh air.

Revendications

1. Four tunnel muni d'une chambre de four et d'une direction de défilement pour le traitement thermique de marchandises (12, 12'), ce four tunnel comportant dans la direction de défilement plusieurs segments de tunnel (10) bridés les uns contre les autres, **caractérisé en ce** **que** chaque segment de tunnel comprend au moins un ventilateur (15) et au moins un élément chauffant (17), ainsi qu'un conduit d'aspiration (19) d'air frais et un conduit d'échappement (22) pour l'air d'échappement chargé de gaz d'échappement et de vapeur d'eau et **en ce que** le ou les ventilateurs est/sont disposé(s) dans les segments de tunnel de manière à pouvoir générer un flux de circulation (23) avec un flux descendant et un flux ascendant transversalement à la direction de défilement, dans lequel deux bandes transporteuses parallèles (11, 11') sont prévues pour les marchandises dans le flux descendant et ascendant, la section transversale du four tunnel étant subdivisée en deux moitiés perpendiculairement à la direction de défilement par le biais d'un déflecteur d'écoulement vertical (13). 5
2. Four tunnel selon la revendication 1, **caractérisé en ce** **que** le ventilateur (15) est entraîné par un moteur (16) disposé dans le conduit d'aspiration (19) pour l'air frais (18). 10
3. Four tunnel selon la revendication 1, **caractérisé en ce** **que** les segments de tunnel ont une section transversale rectangulaire et sont délimités respectivement par une tôle de fond (24), un plafond (25) et deux parois latérales (26, 27), le ventilateur étant introduit par le bas à travers le fond dans la chambre de four. 15
4. Four tunnel selon la revendication 3, **caractérisé en ce** **que** dans la chambre du four sont installés des déflecteurs d'écoulement (13) servant à guider le flux d'air et des tôles perforées ou rainurées (14) de manière à assurer un écoulement uniforme des marchandises à traiter. 20
5. Four tunnel selon la revendication 4, **caractérisé en ce** **que** les éléments chauffants (17) disposent d'une alimentation électrique. 25
6. Four tunnel selon la revendication 5, **caractérisé en ce** **que** le conduit d'échappement (22) recueille l'air d'échappement des différents flux de circulation et l'évacue vers l'extérieur en un point central. 30
7. Four tunnel selon la revendication 6, **caractérisé en ce** **que** le conduit d'échappement (22) est posé à l'intérieur des segments de tunnel. 35
8. Four tunnel selon la revendication 6, **caractérisé en ce** **que** les parois latérales des segments de tunnel sont conçues pour être rabattables afin de faciliter les travaux de maintenance et de réparation. 40
9. Four tunnel selon la revendication 1, **caractérisé en ce** **que** les deux bandes transporteuses sont entraînées par un entraînement commun. 45
10. Four tunnel selon la revendication 1, **caractérisé en ce** **que** le ventilateur (15) est disposé sous une seule des bandes transporteuses (11 ') avec seulement une partie des marchandises (12'). 50
11. Utilisation du four tunnel selon l'une des revendications précédentes pour le séchage et la calcination de corps en nid d'abeille céramiques ou métalliques revêtus de couches de catalyseur. 55
12. Procédé d'exploitation du four tunnel selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce** **que** le profil de température souhaité dans la direction de défilement du four tunnel est ajusté par l'activation des éléments chauffants respectifs et les marchandises à traiter sont acheminées sur les bandes transporteuses parallèles par le flux descendant et ascendant du flux de circulation, une partie respective du flux de circulation étant évacuée hors du four pour enlever les gaz d'échappement et la vapeur d'eau libérés pendant le traitement thermique des marchandises et remplacée par une quantité correspondante d'air frais.



Figur 1



Figur 2

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 2344138 [0003]
- US 2330984 A [0003]
- BE 557592 [0003]
- EP 0090790 A1 [0003]
- EP 1106947 A1 [0004]
- US 6048199 A [0005]
- US 6089860 A [0005]
- US 6325963 B1 [0005]
- DE 1251479 B [0005]