

(19)



(11)

EP 2 795 218 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(51) Int Cl.:
F27D 7/02 ^(2006.01) **F27D 7/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12812574.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/075770

(22) Anmeldetag: **17.12.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/092479 (27.06.2013 Gazette 2013/26)

(54) **DÜSENEINRICHTUNG FÜR EINEN OFEN ZUM WÄRMEBEHANDELN EINES STAHLFLACHPRODUKTS UND MIT EINER SOLCHEN DÜSENEINRICHTUNG AUSGESTATTETER OFEN**

NOZZLE DEVICE FOR A FURNACE FOR HEAT-TREATING A FLAT STEEL PRODUCT, AND FURNACE EQUIPPED WITH SUCH A NOZZLE DEVICE

DISPOSITIF TUYÈRE DESTINÉ UN FOUR DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN PRODUIT PLAT EN ACIER, ET FOUR ÉQUIPÉ D'UN TEL DISPOSITIF TUYÈRE

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

(30) Priorität: **21.12.2011 DE 102011056823**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.10.2014 Patentblatt 2014/44

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Steel Europe AG 47166 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **NORDEN, Martin 45134 Essen (DE)**

- **BLUMENAU, Marc 58119 Hagen (DE)**
- **HÜLSTRUNG, Joachim 40629 Düsseldorf (DE)**
- **MACHALITZA, Karsten 45473 Mülheim (DE)**
- **SCHÖNENBERG, Rudolf 58675 Hemer (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack Patent- & Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB Bleichstraße 14 40211 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 670 337 US-A1- 2004 121 697

EP 2 795 218 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 eine Düseneinrichtung für einen Ofen zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Solche Düseneinrichtungen sind beispielsweise aus der GB 670,337 A oder der US 2004/0121697 A1 bekannt.

[0002] Ebenso betrifft die Erfindung einen Ofen zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts, wobei der Ofen mindestens eine Ofenzone umfasst, die das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt über einen Förderweg unter einer bestimmt zusammengesetzten Zonenatmosphäre durchläuft. In der Ofenzone ist dabei eine Düseneinrichtung vorgesehen, die über mindestens einen Speiseanschluss an eine Gasversorgung angeschlossen ist, welche ein Gas, das die Zonenatmosphäre bildet, in die Düseneinrichtung einspeist.

[0003] Im Automobilkarosseriebau werden warm- oder kaltgewalzte Stahlflachprodukte, wie Stahlband oder -blech, eingesetzt.

[0004] Die an solche Stahlflachprodukte gestellten Anforderungen sind vielfältig. Sie sollen einerseits gut verformbar sein und andererseits eine hohe Festigkeit haben. Die hohe Festigkeit erreicht man durch Zusatz von bestimmten Legierungsbestandteilen, wie Mn, Si, Al und Cr, zum Eisen. Zum Schutz vor Korrosion werden die so legierten Stahlflachprodukte mit einem metallischen Schützüberzug versehen. Hier hat sich als besonders kostengünstiges Verfahren für den großtechnischen Einsatz das Schmelztauchbeschichten bewährt, bei dem das jeweilige Stahlflachprodukt im Durchlauf durch ein Schmelzenbad gleitet und dabei mit einem Zn- oder Al-basierten Überzug versehen wird.

[0005] Möglichkeiten, ein solches Schmelztauchbeschichten in der Praxis besonders effektiv durchzuführen, sind beispielsweise in der EP 2 010 690 B1 beschrieben. Den bekannten Verfahren gemeinsam ist, dass das Stahlflachprodukt vor dem Eintauchen in das Schmelzenbad einer Wärmebehandlung unterzogen wird, bei der seine Oberfläche in einen Zustand versetzt wird, der eine optimale Haftung des beim Schmelztauchbeschichten aufgetragenen metallischen Überzugs gewährleistet.

[0006] Eine Variante einer solchen Wärmebehandlung sieht vor, dass das zu beschichtende Band einen direkt beheizten Vorwärmer (DFF = Direct Fired Furnace) durchläuft, in dem mittels der direkt auf das Stahlflachprodukt wirkenden Gasbrenner ein Oxidationspotential in der das Band umgebenden Atmosphäre erzeugt werden kann. Das erhöhte Sauerstoffpotential führt zu einer Oxidation des Eisens an der Bandoberfläche. In einer anschließenden Ofenstrecke wird die derart gebildete Eisenoxidschicht reduziert. Da die Dicke der Eisenoxidschicht direkt abhängig ist von der Zeit, die das Stahlflachprodukt der oxidierenden Atmosphäre ausgesetzt ist, ist eine gezielte Einstellung der Oxidschichtdicke an der Bandoberfläche in der Praxis problematisch. Aus der nur schlecht exakt einzustellende Schichtdicke folgt bei der anschließenden Reduzierung der Oxidschicht unter einer reduzierenden Atmosphäre die Schwierigkeit, eine eindeutig definierte Beschaffenheit der Bandoberfläche zu gewährleisten. Eine ungünstige Oberflächenbeschaffenheit kann jedoch wiederum zu Haftungsproblemen des Überzugs an der Bandoberfläche führen.

[0007] In modernen Schmelztauchbeschichtungslinien mit einem RTF-Vorwärmer (RTF = Radiant Tube Furnace) werden anders als bei Öfen des DFF-Typs keine gasbeheizten offenen Brenner eingesetzt. In RTF-Anlagen erfolgt vielmehr die komplette Glühbehandlung des Bandes unter einer Schutzgasatmosphäre. Bei einer solchen Glühbehandlung eines Bandes aus Stahl mit höheren Legierungsbestandteilen können jedoch diese Legierungsbestandteile an die Bandoberfläche diffundieren und nicht reduzierbare Oxide bilden. Diese Oxide behindern eine einwandfreie Beschichtung mit Zink und/oder Aluminium im Schmelzbad.

[0008] Aus der DE 689 12 243 T2 ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Heißtauchbeschichtung eines Stahlbandes mit Aluminium bekannt, bei dem das Band in einem Durchlaufofen erwärmt wird. In einer ersten Zone werden Oberflächenverunreinigungen entfernt. Dafür hat die Ofenatmosphäre eine sehr hohe Temperatur. Da das Band diese Zone aber mit hoher Geschwindigkeit durchläuft, wird es nur etwa auf die halbe Temperatur der Atmosphäre erwärmt. In der anschließenden zweiten Zone, die unter Schutzgas steht, wird das Band auf die Temperatur des Beschichtungsmaterials Aluminium erwärmt.

[0009] Des Weiteren ist aus der DE 695 07 977 T2 ein zweistufiges Heißtauchbeschichtungsverfahren eines Chrom enthaltenden Stahllegierungsbandes bekannt. Gemäß diesem Verfahren wird das Band in einer ersten Stufe geglüht, um an der Bandoberfläche eine Eisenanreicherung zu erhalten. Anschließend wird das Band in einer nicht oxydierenden Atmosphäre auf die Temperatur des Beschichtungsmetalls erhitzt.

[0010] Aus der JP 02285057 A ist es zudem bekannt, ein Stahlband in einem mehrstufigen Verfahren zu verzinken. Dafür wird das zuvor gereinigte Band in einer nicht oxydierenden Atmosphäre bei einer Temperatur von etwa 820 °C behandelt. Dann wird das Band bei etwa 400 °C bis 700 °C in einer schwach oxydierenden Atmosphäre behandelt, bevor es an seiner Oberfläche in einer reduzierenden Atmosphäre reduziert wird. Abschließend wird das auf etwa 420 °C bis 500 °C abgekühlte Band in üblicher Weise verzinkt.

[0011] Schließlich ist aus der US 2010/0173072 A1 ein Verfahren zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts in einem Durchlaufofen bekannt, bei dem das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt einer oxidierenden Gasatmosphäre ausgesetzt wird, die mittels mit Bohrungen versehenen Strahlrohren oder Dosierrohren in die jeweilige Ofenzone geblasen wird.

[0012] Bei der in der US 2010/0173072 A1 beschriebenen Strahlrohrvariante strömt in das Strahlrohr ein Brenngas, dem ein die Ofenatmosphäre bzw. deren Taupunkt regulierendes Gas oder Gasgemisch zugegeben wird. Durch die Bohrungen des Strahlrohrs kann neben den oxidierend wirkenden Gasen Kohlenstoffmonoxid oder Kohlenstoffdioxid in den Ofenraum eindringen, was zu einer Aufkohlung des Werkstoffs und damit zu einer Veränderung der Werkstoffeigenschaften führen kann. Auch muss bei dieser Variante die Atmosphäre in Abhängigkeit von der Ofenlast ausgelegt werden, weil über das Brenngas die Temperatur des Ofenraums und die Durchwärmung des Materials, d.h. ein dickenabhängiger Prozess, geregelt wird.

[0013] Bei der aus der US 2010/0173072 A1 ebenfalls bekannten Dosierrohrvariante wird dagegen eine aus einem geflochten oder geschlitzten Rohr bestehende Düseneinrichtung eingesetzt, die an eine Gasversorgung angeschlossen ist, welche ein kohlenstofffreies Gasgemisch zuführt. Diese Variante vermeidet die Nachteile der Einleitung von Brenngasen in die Ofenatmosphäre, zeigt in der Praxis jedoch den Nachteil, dass die Homogenität der Glühgas-Metall-Reaktion in der jeweiligen Ofenzone unzureichend ist. Dies gilt nicht nur in Bezug auf die Verteilung des Oxidationsmediums über die Breite des Stahlflachprodukts, sondern auch auf die Verteilung des Oxidationsmediums innerhalb der jeweiligen Ofenzonen. So kann es in direkter Umgebung der Düseneinrichtung zu einer zu starken Oxidation kommen, während an einer weiter entfernt liegenden Stelle das Oxidationspotential zu gering ist. Trotz ihrer grundsätzlichen Vorteile ergeben sich daher auch bei Verwendung einer Düseneinrichtung der aus der US 2010/0173072 A1 bekannten Art Beschichtungsmängel.

[0014] Vor dem Hintergrund des voranstehend erläuterten Standes der Technik bestand die Aufgabe der Erfindung darin, mit einfachen Mitteln eine Düseneinrichtung und einen mit einer solchen Düseneinrichtung versehenen Ofen zu schaffen, mit denen sich optimal gleichmäßige Ergebnisse der jeweiligen Wärmebehandlung gewährleisten lassen.

[0015] In Bezug auf die Düseneinrichtung ist diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst worden, dass die Düseneinrichtung die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

[0016] In Bezug auf den Wärmebehandlungs-ofen löst die Erfindung die voranstehend genannte Aufgabe dagegen dadurch, dass ein solcher Ofen die in Anspruch 14 genannten Merkmale besitzt.

[0017] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden nachfolgend genauso wie der allgemeine Erfindungsgedanke erläutert.

[0018] Eine erfindungsgemäße Düseneinrichtung für einen Ofen zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts ist mit einem zentralen Versorgungsrohr ausgestattet, an dem mindestens eine Düsenöffnung und ein Speiseanschluss zum Anschließen der Düseneinrichtung an eine Gasversorgung vorgesehen sind, welche ein die Düseneinrichtung durchströmendes und aus der mindestens einen Düsenöffnung austretendes Gas in die Düseneinrichtung einspeist.

[0019] Eine erfindungsgemäße Düseneinrichtung weist dabei einen ersten Abschnitt auf, in dem sie einen kleineren wirksamen Düsenöffnungsquerschnitt besitzt als in einem zweiten Abschnitt, der in Strömungsrichtung des ausgehend vom jeweiligen Speiseanschluss durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gesehen weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss angeordnet ist.

[0020] Die erfindungsgemäße Gestaltung einer Düseneinrichtung berücksichtigt den Umstand, dass der Druck des in die Düseneinrichtung eingelassenen Gases mit zunehmendem Abstand vom Speiseanschluss sinkt. Erfindungsgemäß wird dieser Druckabfall dadurch ausgeglichen, dass die Auslassquerschnittsfläche der mindestens einen Düsenöffnung der Düseneinrichtung mit zunehmendem Abstand zum zugeordneten Speiseanschluss zunimmt. Optimaler Weise erfolgt die Vergrößerung der Düsenöffnungen dabei direkt proportional zum Druckabfall in die Düsenöffnungen der Düseneinrichtung versorgenden gasführenden Rohr.

[0021] Eine stets ausreichende Versorgung der jeweils vorhandenen Düsenöffnungen einer erfindungsgemäßen Düseneinrichtung wird bei jeweils ausreichend hohem Impuls der aus den jeweils vorhandenen Düsenöffnungen austretenden Gasstrahlen dadurch gewährleistet, dass erfindungsgemäß die Summe der Öffnungsflächen aller Düsenöffnungen kleiner oder gleich dem halben Querschnitt des Versorgungsrohrs ist.

[0022] Die erfindungsgemäße Auslegung der Dosierrohrgeometrie verbessert die Homogenität der Einspeisung des oxidativen Mediums erheblich durch Optimierung der Einströmung in die Ofenzone. Dies gilt sowohl in Bezug auf die Stahlbandbreite, als auch für die Verteilung des oxidativen Mediums innerhalb der jeweiligen Ofenzone. Dies reduziert abermals Beschichtungsfehler und erhöht die Prozessrobustheit.

[0023] Wenn im vorliegenden Text von Gas die Rede ist, sind damit alle reinen Gase und alle Gasgemische gemeint, die geeignet sind, den mit der Wärmebehandlung unter der Zonenatmosphäre angestrebten Zweck zu bewirken. In der Praxis können dies Gase sein, die sich in Bezug auf das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt inert verhalten, oder es können Gase sein, die bei den in der Ofenzone jeweils herrschenden Temperaturen eine bestimmte Reaktion an der Oberfläche des Stahlflachprodukts bewirken. Zu den in der Praxis typischerweise verwendeten Gasen zählen in Bezug auf bestimmte Legierungselemente des Stahlflachprodukts reduzierend wirkende Gasgemische, z.B. Stickstoff-Wasserstoff-Gemische, Gasgemische, die eine Oxidation der Oberfläche des Stahlflachprodukts bewirken sollen, wie z.B. N_2 - H_2 - O_2 -Gasgemische, oder Stickstoff alleine, wenn das Stahlflachprodukt bei der Erwärmung gegenüber reaktiven Gasen der Umgebung abgeschirmt werden soll.

[0024] Eine erfindungsgemäße Düseneinrichtung weist mindestens eine Düsenöffnung auf, über die jeweils ein Gas-

strahl in die der Düseneinrichtung zugeordneten Zone des Ofens geblasen wird. Im Fall, dass die Düseneinrichtung eine Düsenöffnung aufweist, die sich in Längsrichtung der Düseneinrichtung mindestens über einen überwiegenden Teil der Länge des Versorgungsrohrs erstreckt, ist diese Düsenöffnung vorteilhafterweise schlitzförmig ausgebildet und ebenfalls quer zum Förderweg ausgerichtet. Dabei weist die betreffende Düsenöffnung auch in diesem Fall mindestens

zwei benachbart zueinander angeordnete Abschnitte auf, von denen der in Strömungsrichtung des durch die Düsen-
einrichtung strömenden Gases gesehen näher zum zugeordneten Speiseanschluss angeordnete Abschnitt der Düsen-
einrichtung einen kleineren wirksamen Düsenöffnungsquerschnitt besitzt als der weiter vom betreffenden Speisean-
schluss angeordnete Abschnitt der Düseneinrichtung.

[0025] Selbstverständlich umfasst die voranstehend erläuterte Variante der Erfindung die Möglichkeit, dass sich der wirksame Öffnungsquerschnitt der als Schlitzdüse ausgebildeten Düsenöffnung in Strömungsrichtung des durch das Versorgungsrohr strömenden Gases gesehen kontinuierlich aufweitet. Bei einer solchen kontinuierlich zunehmenden Aufweitung weist die schlitzförmige Düsenöffnung also unbegrenzt viele benachbarte Abschnitte auf, von denen der in Strömungsrichtung des Gases jeweils weiter vom Speiseanschluss entfernte Abschnitt einen größeren Öffnungsquerschnitt besitzt als der näher zum Speiseanschluss angeordnete.

[0026] Gemäß einer anderen Variante der Erfindung besitzt die Düseneinrichtung jeweils mehr als eine Düsenöffnung, wobei in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gesehen mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Abschnitte vorhanden sind, von denen bei dem jeweils näher zum zugeordneten Speiseanschluss angeordneten Abschnitt der Düseneinrichtung der wirksame Düsenöffnungsquerschnitt der dort jeweils vorhandenen mindestens einen Düsenöffnung kleiner ist als der wirksame Düsenöffnungsquerschnitt der mindestens einen Düsenöffnung, die in demjenigen Abschnitt der Düseneinrichtung vorhanden ist, der weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss angeordnet ist.

[0027] Eine optimale Gleichmäßigkeit der aus den Düsenöffnungen ausströmenden Gasstrahlen kann dabei dadurch erreicht werden, dass der Öffnungsdurchmesser in Strömungsrichtung des Gases von Düsenöffnung zu Düsenöffnung stetig zunimmt, so dass benachbart zueinander angeordnete Düsenöffnungen stets unterschiedliche Öffnungsdurchmesser aufweisen.

[0028] In der Praxis lässt sich der mit einer solchen kontinuierlichen Zunahme der Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen verbundene herstellungstechnische Aufwand dadurch vermindern, dass zwar mehrere Düsenöffnungen vorgesehen sind, dass aber jedem Abschnitt der Düseneinrichtung selbstverständlich auch zwei oder mehr zu einer Gruppe zusammengefasste Düsenöffnungen mit gleichem Öffnungsquerschnitt zugeordnet werden. In diesem Fall unterscheidet sich nicht jede Düsenöffnung hinsichtlich der Größe ihres Öffnungsquerschnitts von der jeweils nächst benachbarten Düsenöffnung. Vielmehr weist nur diejenige Düsenöffnung, die einer Grenze des jeweiligen Abschnitts zugeordnet ist, eine andere Öffnungsquerschnittsgröße auf als die derselben Grenze zugeordnete Düsenöffnung des angrenzenden anderen Abschnitts.

[0029] Dementsprechend sieht eine weitere für die Praxis wichtige Ausgestaltung der Erfindung vor, dass im Fall, dass mehrere Düsenöffnungen vorhanden sind, die Düsenöffnungen in Längsrichtung der Düseneinrichtung verteilt nebeneinander angeordnet sind und dass die Düsenöffnung, die sich im in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gesehen näher zum zugeordneten Speiseanschluss angeordneten Abschnitt der Düseneinrichtung befindet, kleiner ist als die Düsenöffnung, die sich im weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss angeordneten Abschnitt der Düseneinrichtung befindet.

[0030] Die Gleichmäßigkeit hinsichtlich der räumlichen Aufteilung als auch hinsichtlich des pro Abschnitt der Düseneinrichtung austretenden Gasvolumenstroms kann auch dadurch unterstützt werden, dass die Düsenöffnungen in Längsrichtung der Düseneinrichtung verteilt nebeneinander angeordnet sind und in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gesehen mit zunehmender Entfernung vom zugeordneten Speiseanschluss der Abstand benachbarter Düsenöffnungen kleiner wird. In diesem Fall sind die Düsenöffnungen in den vom Speiseanschluss weiter entfernten Abschnitten der Düseneinrichtung im Mittel enger angeordnet als in den näher zum Speiseanschluss benachbarten Abschnitten.

[0031] Gleiche oder mit zunehmender Entfernung vom zugeordneten Speiseanschluss zunehmende Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen unterstellt ergibt sich so in Summe pro Abschnitt der Düseneinrichtung ein größer werdender Öffnungsquerschnitt. Werden Abschnitte angenommen, deren in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gemessene Länge der Abschnitte der Düseneinrichtung gleich ist, so sind dann, insbesondere im Fall, dass die Düsenöffnungen jeweils eine identische Öffnungsquerschnittsgröße besitzen, im in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gesehen näher zum zugeordneten Speiseanschluss angeordneten Abschnitt der Düseneinrichtung weniger Düsenöffnungen vorhanden als in dem Abschnitt der Düseneinrichtung, der weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss ist. Der Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass sich die erfindungsgemäße Düseneinrichtung besonders einfach herstellen lässt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Düsenöffnungen durch identische, separat vorgefertigte Düsen einsätze gebildet sind.

[0032] Sollen im Ofenraum gezielt bestimmte Gasströmungen bewirkt werden oder unter Berücksichtigung der jeweiligen baulichen Bedingungen Strömungshindernisse ausgeglichen werden, so können dazu bei mindestens zwei be-

nachbaren Abschnitten der Düseneinrichtung die im Bereich des einen Abschnitts ausgebrachten Gasstrahlen anders ausgerichtet sein als die im benachbarten Abschnitt ausgebrachten Gasstrahlen. Mit Hilfe einer entsprechenden Ausrichtung der Düsenöffnungen lassen sich beispielsweise ein Hauptstrom und ein Nebenstrom erzeugen, von denen der Hauptstrom die Abdeckung des durch den Ofen geförderten Guts übernimmt, während der Nebenstrom dazu genutzt werden kann, die jeweilige Ofenzone im Sinne eines Sperrstroms gegen das Eindringen einer Fremdatmosphäre zu schützen.

[0033] Eine weitere Verbesserung der Verteilung der aus der erfindungsgemäßen Düseneinrichtung austretenden Gasstrahlen innerhalb der jeweiligen Zone des Ofens kann auch dadurch bewirkt werden, dass in mindestens einem Abschnitt der Düseneinrichtung die Düsenöffnungen in zwei oder mehr Reihen angeordnet sind, die sich in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung strömenden Gases gesehen erstrecken. Dabei lassen sich unterschiedliche Gasstrahlen und eine optimale räumliche Aufteilung der Gasstrahlen dadurch erzielen, dass die aus den Düsenöffnungen der einen Reihe austretenden Gasstrahlen anders ausgerichtet sind als die Gasstrahlen, die aus den Düsenöffnungen der anderen Reihe austreten.

[0034] Der Speiseanschluss einer erfindungsgemäßen Düseneinrichtung wird jeweils so angeordnet, dass sich das einströmende Gas möglichst gleichmäßig im Versorgungsrohr der Düseneinrichtung verteilt. Gemäß einer ersten Ausgestaltung ist zu diesem Zweck der Speiseanschluss in Bezug auf die Länge des Versorgungsrohrs mittig angeordnet. Das in das Versorgungsrohr einströmende Gas verteilt sich dann selbsttätig annähernd zu gleichen Teilen auf die beiden seitlich von der Mitte abgehenden Bereiche des Versorgungsrohrs, so dass mit geringem Aufwand eine gleichmäßige Verteilung des Gases auf die betreffenden Bereiche gewährleistet ist.

[0035] Alternativ oder ergänzend ist es auch möglich, die Gaszuleitung über einen Speiseanschluss vorzunehmen, der an einem der Enden des Versorgungsrohrs angeordnet ist. Eine optimal gleichmäßige Versorgung aller Düsenöffnungen der Düseneinrichtung kann dabei dadurch erreicht werden, dass an jedem Ende des Versorgungsrohrs ein eigener Speiseanschluss vorgesehen ist. In diesem Fall strömt von jedem Ende des Versorgungsrohrs her Gas in die Düseneinrichtung, so dass innerhalb des Versorgungsrohrs gegeneinander gerichtete Gasströmungen vorhanden sind, die sich etwa in der Mitte des Rohrs treffen. Auf diese Weise werden auch die in der Mitte des Versorgungsrohrs angeordneten, bei dieser Ausgestaltung am weitesten von den Speiseanschlüssen entfernten Düsenöffnungen sicher mit einer ausreichenden Gasmenge versorgt.

[0036] Eine hohe kinetische Energie und damit einhergehend eine besonders gute Durchmischung der über die Düseneinrichtung jeweils ausgebrachten Gasstrahlen mit der in der jeweiligen Ofenzone herrschenden Atmosphäre kann dadurch erreicht werden, dass sich die Düsenöffnungen im Querschnitt gesehen jeweils ausgehend vom Innenraum des Versorgungsrohrs in Richtung von dessen Außenfläche konisch verengen. Durch die Verengung wird der jeweils durch die Düsenöffnungen strömende Gasstrom beschleunigt und tritt als konzentrierter Gasstrahl mit hohem Impuls in die in der jeweiligen Ofenzone vorhandene Atmosphäre ein, mit der er sich auf Grund der ihm eigenen Strömungsenergie intensiv vermischt. Dabei kommt dem Impuls des Gasstrahls zu Gute, dass der Düsenkanal im Bereich seiner Eintrittsöffnung einen großen Querschnitt aufweist, der Strömungsverluste beim Einströmen des Gases in die Düse vermindert.

[0037] Ein erfindungsgemäßer Ofen zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts umfasst mindestens eine Ofenzone, die das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt in einem Förderweg unter einer bestimmt zusammengesetzten Zonenatmosphäre durchläuft, wobei in der Ofenzone eine erfindungsgemäß ausgebildete und quer zum Förderweg des Stahlflachprodukts angeordnete Düseneinrichtung vorgesehen ist, die über mindestens einen Speiseanschluss an eine Gasversorgung angeschlossen ist, welche ein Gas, das die Zonenatmosphäre bildet, in die Düseneinrichtung einspeist. Typischerweise handelt es sich bei dem erfindungsgemäßen Ofen um einen Ofen des RTF-Typs, der indirekt beheizt ist.

[0038] Eine besonders exakte Einstellung der Ofenatmosphäre und ihres Taupunkts kann dadurch erreicht werden, dass die Gasversorgung des Ofens eine Mischeinrichtung zum Vormischen und optionalen Befeuchten des Gases umfasst.

[0039] Besonders vorteilhaft lassen sich erfindungsgemäß ausgebildete Düseneinrichtungen in Öfen anwenden, die mehrere aneinander anschließende Ofenzonen umfassen, welche das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt nacheinander durchläuft, wobei jeder Ofenzone jeweils mindestens eine erfindungsgemäß ausgebildete Düseneinrichtung zugeordnet ist. Die Düseneinrichtungen können dabei, wie bereits oben erläutert, derart ausgebildet sein, dass sie einen Haupt- und mindestens einen Nebenstrom erzeugen, der als Sperrstrom dazu genutzt wird, die jeweilige Ofenzone gegen das Eindringen von Fremdatmosphäre abzuschotten.

[0040] Die erfindungsgemäße Düseneinrichtung eignet sich in besonderem Maße für den Einsatz in einem indirekt beheizten Durchlaufofen, in dem ein Stahlflachprodukt wärmebehandelt wird, das in einer kontinuierlichen Abfolge eine Aufheizzone, in der das Stahlflachprodukt unter einer Aufheizatmosphäre auf eine innerhalb eines Zieltemperaturbereichs liegende Zieltemperatur aufgeheizt wird, und eine Haltezone durchläuft, in der das Stahlflachprodukt unter einer Halteatmosphäre bei einer innerhalb des Zieltemperaturbereichs liegenden Halteatmosphäre gehalten wird, wobei zur Aufrechterhaltung der Aufheizatmosphäre und der Halteatmosphäre über jeweils mindestens eine erfindungsgemäße Düseneinrichtung jeweils ein Gasgemischstrom in die Aufheizzone und die Haltezone geleitet wird.

[0041] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch und nicht maßstäblich:

Fig. 1 eine erste Düseneinrichtung in seitlicher Ansicht;

Fig. 2 eine zweite Düseneinrichtung in seitlicher Ansicht;

Fig. 3 eine dritte Düseneinrichtung in seitlicher Ansicht;

Fig. 4 eine vierte Düseneinrichtung in seitlicher Ansicht;

Fig. 4a die Düseneinrichtung gemäß Fig. 4 in einem Schnitt entlang der in Fig. 4 eingezeichneten Schnittrlinie X-X;

Fig. 4b die Düseneinrichtung gemäß Fig. 4 in einem Schnitt entlang der in Fig. 4 eingezeichneten Schnittrlinie Y-Y;

Fig. 4c die Düseneinrichtung gemäß Fig. 4 in einem Schnitt entlang der in Fig. 4 eingezeichneten Schnittrlinie Z-Z;

Fig. 5 eine fünfte Düseneinrichtung in seitlicher Ansicht;

Fig. 6 ein Schema eines Durchlaufofens zum Wärmehandeln eines Stahlbands.

[0042] Die in Fig. 1 dargestellte, nach Art eines Düsenbalkens ausgebildete Düseneinrichtung 1 umfasst ein zentrales Versorgungsrohr 2, das einen kreisrunden Querschnitt aufweist und an seiner einen Stirnseite 3 dicht verschlossen ist, während an seiner gegenüberliegenden Stirnseite 4 ein Speiseanschluss 5 angeordnet ist, über den ein Gasstrom G1 in das Versorgungsrohr 2 geleitet wird.

[0043] In das Versorgungsrohr 2 sind in Strömungsrichtung S des im Versorgungsrohr 2 strömenden Gasstroms G1 nebeneinander angeordnete Düsenöffnungen 6a - 6k eingeformt, deren Öffnungsmittelpunkte auf einer koaxial zur Längsachse XL des Versorgungsrohrs 2 ausgerichteten Linie liegen. Die Düsenöffnungen 6a - 6k sind jeweils in gleichen Abständen zueinander beabstandet positioniert, weisen jedoch jeweils unterschiedliche, in Strömungsrichtung S schrittweise zunehmende Öffnungsquerschnitte Q auf. So besitzt die zum Speiseanschluss 5 nächstbenachbart positionierte Düsenöffnung 6a den kleinsten Öffnungsquerschnitt Qa, während die in Strömungsrichtung S am weitesten vom Speiseanschluss 5 entfernte Düsenöffnung 6k den größten Öffnungsquerschnitt Qk hat und jede der Düsenöffnungen 6a - 6j einen kleineren Öffnungsquerschnitt hat als die in Strömungsrichtung S jeweils nächstbenachbarte Düsenöffnung 6b - 6k. Im Ergebnis ist so erreicht, dass die Summe der jeweils auf gleich lange Längenabschnitte LA1 - LA6 des Versorgungsrohrs entfallenden wirksamen Öffnungsquerschnitte Qa - Qk der Düsenöffnungen 6a - 6k ausgehend vom dem Speiseanschluss 5 zugeordneten Längenabschnitt LA1 - LA6 in Strömungsrichtung S von Längenabschnitt LA1 - LA5 zu Längenabschnitt LA2 - LA6 zunimmt.

[0044] Auch die in Fig. 2 dargestellte ebenfalls nach Art eines Düsenbalkens ausgebildete Düseneinrichtung 11 umfasst ein zentrales, im Querschnitt kreisrundes Versorgungsrohr 12, das hier jedoch an seinen beiden Stirnseiten 13, 14 verschlossen ist. An dem Versorgungsrohr 12 ist ein zentraler Speiseanschluss 15 vorgesehen, der in Bezug auf die Länge L des Versorgungsrohrs 12 mittig ausgerichtet ist und über den ein Gasstrom G2 in einer senkrecht zur Längsachse XL des Versorgungsrohrs 12 ausgerichteten Strömungsrichtung S2 in das Versorgungsrohr 12 strömt. An der zum Speiseanschluss 15 gegenüberliegenden Wand des Versorgungsrohrs 12 teilt sich der Gasstrom G2 zu annähernd gleich großen Gasteilströmen G2a, G2b, von denen der eine in einer koaxial zur Längsachse XL ausgerichteten Strömungsrichtung S2a in Richtung der einen Stirnseite 13 und der in einer entgegengesetzten, ebenfalls koaxial zur Längsachse XL ausgerichteten Strömungsrichtung S2b in Richtung der anderen Stirnseite 14 des Versorgungsrohrs 12 strömt.

[0045] In das Versorgungsrohr 12 sind nebeneinander Düsenöffnungen 16, 16a'-16d', 16a"-16d" eingeformt, deren Öffnungsmittelpunkte ebenfalls auf einer koaxial zur Längsachse XL des Versorgungsrohrs 12 ausgerichteten Linie liegen. Auch die Düsenöffnungen 16, 16a'-16d', 16a"-16d" sind jeweils in gleichen Abständen zueinander beabstandet, positioniert, weisen jedoch jeweils unterschiedliche, ausgehend von der mittig angeordneten Düsenöffnung 16 in der jeweiligen Strömungsrichtung S2a, S2b der das Versorgungsrohr 12 durchströmenden Gasteilströme G2a, G2b schrittweise zunehmende Öffnungsquerschnitte auf. So besitzen die jeweils seitlich der zentralen Düsenöffnung 16 angeordneten Düsenöffnungen 16a', 16a" einen größeren Öffnungsquerschnitt als die zentrale Düsenöffnung 16, während die in der jeweiligen Strömungsrichtung S2a, S2b jeweils nächstbenachbart zu den Düsenöffnungen 16a', 16a" angeordnete Düsenöffnungen 16b', 16b" wiederum einen größeren Öffnungsquerschnitt besitzen als die Düsenöffnungen 16a', 16a" und so fort. Die jeweils außen, direkt benachbart zu der jeweiligen Stirnseite 13, 14 und am weitesten entfernt vom Speiseanschluss 15 liegenden Düsenöffnungen 16d', 16d" haben dementsprechend den größten Öffnungsquerschnitt.

[0046] Die in Fig. 3 dargestellte ebenfalls nach Art eines Düsenbalkens ausgebildete Düseneinrichtung 21 umfasst ebenfalls ein zentrales, im Querschnitt kreisrundes, Versorgungsrohr 22. Jedoch ist bei dieser Ausgestaltung an jeder der Stirnseiten 23,24 ein Speiseanschluss 25',25" vorgesehen, über den jeweils ein Gasstrom G3a,G3b in einer koaxial zur Längsachse XL des Versorgungsrohrs 22 ausgerichteten Strömungsrichtung S3ä,S3b in das Versorgungsrohr 22 strömt. Die Gasströme G3a,G3b sind dementsprechend gegeneinander gerichtet und treffen sich in der Mitte M des Versorgungsrohrs 22.

[0047] Im Versorgungsrohr 22 sind Düsenöffnungen 26a'-26c', 26a"-26c" vorgesehen, die durch in entsprechende Aufnahmen des Versorgungsrohrs 22 gesetzte Düseneinsätze gebildet sind. Die Düsenöffnungen 26a'-26c', 26a"-26c" weisen dabei jeweils identische Öffnungsquerschnitte auf. Jedoch nimmt ausgehend von dem jeweils einem der Speiseanschlüsse 25',25" zugeordneten Längenabschnitt LAa',LAa" in Richtung der Mitte des Versorgungsrohrs 22 die Zahl der pro Längenabschnitt LAa'-LAc" vorgesehenen Düsenöffnungen 26a'-26c',26a"-26c" zu. Dementsprechend weisen die bezogen auf die Länge L in der Mitte des Versorgungsrohrs 22 aneinander grenzenden Längenabschnitte LAc',LAc" jeweils vier Düsenöffnungen 26c',26c" auf, während in den in Richtung des jeweils zugeordneten Speiseanschluss 25',25" nächstbenachbarten Längenabschnitten Lab',Lab" jeweils nur drei Düsenöffnungen 26c',26c" vorgesehen sind und so fort. Der unmittelbar an den Speiseanschluss 25',25" angrenzende Längenabschnitt LAa',LAa" besitzt somit die wenigsten Düsenöffnungen 26a',26a" und daher auch den kleinsten wirksamen Öffnungsquerschnitt, während die in der Mitte des Versorgungsrohrs 22 angeordneten, am weitesten vom jeweiligen Speiseanschluss 25',25" entfernten Längenabschnitte LAc',LAc" die meisten Düsenöffnungen 26c',26c" und daher auch den größten wirksamen Düsenöffnungsquerschnitt aufweisen.

[0048] Beim in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Düseneinrichtung 31 ebenfalls ein Versorgungsrohr 32 mit kreisrundem Querschnitt und einen einzigen Speiseanschluss 35 auf, der wie bei der Düseneinrichtung 1 an der einen Stirnseite 33 des Versorgungsrohrs 32 angeordnet ist. Die andere Stirnseite 34 des Versorgungsrohrs 32 ist dagegen verschlossen.

[0049] Das Versorgungsrohr 32 ist in diesem Fall in drei Längenabschnitte LAx,LAy,LAz gleicher Länge unterteilt, denen jeweils zwei schlitzzartige Düsenöffnungen 36a',36a", 36b',36b",36c',36c" zugeordnet sind. Die Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen 36a',36a" des zum Speiseanschluss 35 nächstbenachbarten Längenabschnitts LAx sind dabei kleiner als die Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen 36b',36b" des in Strömungsrichtung S4 des durch das Versorgungsrohr 32 strömenden Gasstroms G4 benachbarten, in der Mitte der Länge L des Versorgungsrohrs 32 vorhandenen Längenabschnitts LAy. Genauso sind die Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen 36b',36b" des Längenabschnitts LAy kleiner als die Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen 36c',36c" des in Strömungsrichtung S4 am weitesten vom Speiseanschluss 35 entfernten Längenabschnitts LAz.

[0050] Im Querschnitt gesehen verengen sich die Düsenöffnungen 36a' - 36c" jeweils ausgehend vom Innenraum 37 des Versorgungsrohrs 32 in Richtung von dessen Außenfläche 38 konisch, so dass der durch die Düsenöffnungen 36a' - 36c" jeweils strömende Gasstrom beschleunigt wird und als konzentrierter Gasstrahl mit hohem Impuls in die in der jeweiligen Ofenzone vorhandene Atmosphäre tritt. Die hohe kinetische Energie, mit der die Gasstrahlen in die Umgebung treten, bewirkt eine besonders gute Durchmischung der in der jeweiligen Ofenzone herrschenden Atmosphäre.

[0051] Die in Fig. 5 dargestellte Düseneinrichtung 41 entspricht in ihrem Grundaufbau der Düseneinrichtung 31, weist jedoch drei achsparallel zueinander angeordnete Reihen R1,R2,R3 von Düsenöffnungen 46a,46b,46c und an ihren Stirnseiten 43,44 jeweils einen Speiseanschluss 45a,45b auf, über den die Düsenöffnungen 46a,46b,46c mit einem Gasstrom G4a,G4b versorgt werden. Die Öffnungsquerschnitte der in das Versorgungsrohr 42 der Düseneinrichtung 41 eingeformten Düsenöffnungen 46a,46b,46c nehmen dabei ausgehend vom jeweiligen Speiseanschluss 45a,45b in Richtung der Mitte des Versorgungsrohrs 42 schrittweise zu, so dass die Düsenöffnung mit dem kleinsten Öffnungsquerschnitt jeweils nächstbenachbart zum jeweils zugeordneten Speiseanschluss 45a,45b sitzt, während die Düsenöffnung mit dem größten Öffnungsquerschnitt in jeder der Reihen R1-R3 zentral in der Mitte M der Länge L des Versorgungsrohrs 42 angeordnet ist.

[0052] Die den einzelnen Reihen R1,R2,R3 zugeordneten Düsenöffnungen 46a,46b,46c können dabei jeweils in unterschiedlichen Richtungen ausgerichtet sein, so dass die aus den Düsenöffnungen 46a,46b,46c austretenden Gasstrahlen GS sich in unterschiedlichen Raumrichtungen verteilen.

[0053] Ein in Fig. 6 schematisch dargestellter Durchlaufofen 100 zur Wärmebehandlung eines in Förderrichtung F durch den Durchlaufofen 100 geförderten Stahlbands B umfasst typischerweise eine Vorheizzone 101, in der das Stahlband B beispielsweise unter Normalatmosphäre auf eine Vorheiztemperatur vorgeheizt wird, eine Aufheizzone 102, in der das Stahlband B unter einer N₂-H₂-haltigen Atmosphäre auf eine Aufheiztemperatur aufgeheizt wird, eine Haltezone 103, in der das Stahlband B unter einer N₂-H₂-haltigen Atmosphäre bei der Aufheiztemperatur gehalten oder ggf. weiter erwärmt wird, eine Kühlzone 104, in der das Stahlband B auf eine Schmelzenbadeintauchtemperatur abgekühlt wird, und eine Ausgleichs- und Überalterungszone 105, in der das Stahlband B unter einer N₂-H₂-haltigen Atmosphäre auf der Schmelzenbadeintauchtemperatur gehalten wird.

[0054] Von der Ausgleichs- und Überalterungszone 105 wird Stahlband B unter Abschluss gegenüber der Umgebungsatmosphäre über einen Rüssel 106 in ein Schmelzenbad 107 geleitet, in dem es mit einem metallischen, vor

Korrosion schützenden Überzug versehen wird.

[0055] Um die N_2 - H_2 -haltige Atmosphäre aufrechtzuerhalten, sind in der Aufheizzone 102, der Haltezone 103 und der Ausgleichs- und Überalterungszone 105 und dem Rüssel 106 beispielsweise jeweils Düseneinrichtungen 41 der in Fig. 5 dargestellten Art angeordnet. Die Düseneinrichtungen 41 sind dabei an eine zentrale Gasversorgung 110 angeschlossen, die trockenes N_2 - H_2 -Gas führt.

[0056] Um den Taupunkt und das Oxidationspotenzial der in der Aufheizzone 102 und der Haltezone 103 jeweils herrschenden Atmosphäre regeln zu können, ist eine mit den diesen Zonen 102, 103 zugeordneten Düseneinrichtungen 41 verbundene Vormischeinrichtung 111 vorgesehen, über die ein mit H_2O und/oder O_2 gemischtes N_2 - H_2 -Gasgemisch gebildet werden kann.

Bezugszeichen	Element
1	Düseneinrichtung
2	Versorgungsrohr
3	Stirnseite des Versorgungsrohrs 2
4	Stirnseite des Versorgungsrohrs 2
5	Speiseanschluss
6a-6k	Düsenöffnungen
G1	Gasstrom
LA1-LA6	Längenabschnitte des Versorgungsrohrs 2
Q	Öffnungsquerschnitte der Düsenöffnungen 6b-6j
Qa	Öffnungsquerschnitt der Düsenöffnung 6a
Qk	Öffnungsquerschnitt der Düsenöffnung 6k
S	Strömungsrichtung
11	Düseneinrichtung
12	Versorgungsrohr
13,14	Stirnseiten des Versorgungsrohrs 12
15	Speiseanschluss
16-16d"	Düsenöffnungen
G2	Gasstrom
G2a,G2b	Gasteilströme
S2,S2a,S2b	Strömungsrichtungen
21 .	Düseneinrichtung
22	Versorgungsrohr
23,24	Stirnseiten des Versorgungsrohrs 22
26a'-26c"	Düsenöffnungen
25',25"	Speiseanschlüsse
G3a,G3b	Gasströme
LAa'-LAc"	Längenabschnitte
S3a,S3b	Strömungsrichtung
31	Düseneinrichtung

EP 2 795 218 B1

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Element
32	Versorgungsrohr
35	Speiseanschluss
33, 34.	Stirnseite des Versorgungsrohrs 32
36a'-36c"	Düsenöffnungen
G4	Gasstrom
LAx-LAz	Längenabschnitte
S4	Strömungsrichtung
37	Innenraum des Versorgungsrohrs 32
38	Außenfläche des Versorgungsrohrs 32
41	Düseneinrichtung
42	Versorgungsrohr der Düseneinrichtung 41
43, 44	Stirnseiten des Versorgungsrohrs 42
45',45"	Speiseanschlüsse
46a-46c	Düsenöffnungen
G4a,G4b	Gasströme
GS	Gasstrahlen
R1-R3	Reihen von Düsenöffnungen
100	Durchlaufofen
101	Vorheizzone
102	Aufheizzone
103	Haltezone
104	Kühlzone
105	Ausgleichs- und Überalterungszone
106	Rüssel
107	Schmelzenbad
110	Gasversorgung
111	Vormischeinrichtung
F	Förderrichtung
B	Stahlband
L	Länge der Versorgungsrohre 2,12,22,32,42
XL	Längsachse der Versorgungsrohre 2,12,22,32,42
M	Mitte der Länge L der Versorgungsrohre 2,12,22,32,92

Patentansprüche

1. Düseneinrichtung für einen Ofen (100) zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts (B), mit einem zentralen Versorgungsrohr (2,12,22,32,42), an dem mindestens eine Düsenöffnung (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) und ein Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") zum Anschließen der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) an eine Gasversorgung vorgesehen sind, welche ein die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) durchströmendes und aus der mindestens einen Düsenöffnung (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) austretendes Gas (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) in die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) einspeist, wobei die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) einen ersten Abschnitt (LA1 - LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) aufweist, in dem sie einen kleineren wirksamen Düsenöffnungsquerschnitt (Q,Qa,Qk) besitzt als in einem zweiten Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ), der in Strömungsrichtung des ausgehend vom jeweiligen Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4, G4a,G4b) gesehen weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der wirksamen Öffnungsquerschnitte aller Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) kleiner oder gleich dem halben Querschnitt des Versorgungsrohrs (2,12,22,32) ist.
2. Düseneinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Düsenöffnung aufweist, die sich in Längsrichtung der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) mindestens über einen überwiegenden Teil der Länge des Versorgungsrohrs (2,12,22,32,42) erstreckt, **dass** die Düsenöffnung schlitzförmig ausgebildet und ebenfalls quer zum Förderweg ausgerichtet ist und **dass** die Düsenöffnung mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Abschnitte (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) aufweist, von denen der in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) gesehen näher zum zugeordneten Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordnete Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) einen kleineren wirksamen Düsenöffnungsquerschnitt besitzt als der weiter vom betreffenden Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordnete Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41).
3. Düseneinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mehr als eine Düsenöffnung (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) besitzt und **dass** in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,,G4,G4a,G4b) gesehen mindestens zwei benachbart zueinander angeordnete Abschnitte (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) vorhanden sind, von denen bei dem jeweils näher zum zugeordneten Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordneten Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) der wirksame Düsenöffnungsquerschnitt der dort jeweils vorhandenen mindestens einen Düsenöffnung (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) kleiner ist als der wirksame Düsenöffnungsquerschnitt der mindestens einen Düsenöffnung (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c), die in demjenigen Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) vorhanden ist, der weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordnet ist.
4. Düseneinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) in Längsrichtung der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) verteilt nebeneinander angeordnete sind und **dass** die Düsenöffnung (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c), die sich im in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) gesehen näher zum zugeordneten Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordneten Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) befindet, kleiner ist als die Düsenöffnung, (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c), die sich im weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordneten Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) befindet.
5. Düseneinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) in Längsrichtung der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) verteilt nebeneinander angeordnet sind und **dass** in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) gesehen mit zunehmender Entfernung vom zugeordneten Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") der Abstand benachbarter Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) kleiner wird.
6. Düseneinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) gemessene Länge der Abschnitte (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) gleich ist und im in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) gesehen näher

zum zugeordneten Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") angeordneten Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) weniger Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) vorhanden sind als in dem Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41), der weiter entfernt vom betreffenden Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") ist.

7. Düseneinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Abschnitten (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) vorgesehenen Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) gleich groß sind.
8. Düseneinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei mindestens zwei benachbarten Abschnitten (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) die im Bereich des einen Abschnitts ausgebrachten Gasstrahlen anders ausgerichtet sind als die im benachbarten Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) ausgebrachten Gasstrahlen.
9. Düseneinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in mindestens einem Abschnitt (LA1-LA6,LAa'-LAc",LAX-LAZ) der Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) die Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) in zwei oder mehr Reihen angeordnet sind, die sich in Strömungsrichtung des durch die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) strömenden Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) gesehen erstrecken.
10. Düseneinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aus den Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) der einen Reihe austretenden Gasstrahlen anders ausgerichtet sind als die Gasstrahlen, die aus den Düsenöffnungen (6a-6k,16-16d",26a'-26c",36a'-36c",46a-46c) der anderen Reihe austreten.
11. Düseneinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") in Bezug auf die Länge des Versorgungsrohrs (2,12,22,32,42) mittig angeordnet ist.
12. Düseneinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jedem Ende des Versorgungsrohrs (2,12,22,32,42) ein Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") vorgesehen ist.
13. Düseneinrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Düsenöffnungen (36a' - 36c") im Querschnitt gesehen jeweils ausgehend vom Innenraum (37) des Versorgungsrohrs (32) in Richtung von dessen Außenfläche (38) konisch verengen.
14. Ofen zum Wärmebehandeln eines Stahlflachprodukts, mit mindestens einer Ofenzone, die das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt in einem Förderweg unter einer bestimmt zusammengesetzten Zonenatmosphäre durchläuft, wobei in der Ofenzone eine Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) vorgesehen ist, die über mindestens einen Speiseanschluss (5,15,25',25",35,45',45") an eine Gasversorgung angeschlossen ist, welche ein Gas (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b), das die Zonenatmosphäre bildet, in die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) einspeist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildet und quer zum Förderweg des Stahlflachprodukts in dem Ofen angeordnet ist.
15. Ofen nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** er indirekt beheizt ist.
16. Ofen nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasversorgung eine Mischeinrichtung zum Vormischen und optionalen Befeuchten des Gases (G1,G2,G3a,G3b,G4,G4a,G4b) umfasst.
17. Ofen nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofen mehrere aneinander anschließende Ofenzonen umfasst, die das jeweils zu behandelnde Stahlflachprodukt nacheinander durchläuft und denen jeweils mindestens eine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildete Düseneinrichtung (1,11,21,31,41) zugeordnet ist.

Claims

1. Nozzle device for a furnace (100) for heat treating a steel flat product (B), having a central supply pipe (2, 12, 22, 32, 42), on which at least one nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) and a feed connection

(5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") for connecting the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) to a gas supply are provided, the gas supply feeding a gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) into the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) and issuing from the at least one nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c), wherein the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) has a first section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz), in which it has a smaller effective nozzle opening cross-section (Q, Qa, Qk) than in a second section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) which seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) issuing from the respective feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") and flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is arranged further away from the feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") in question, **characterised in that** the sum of the effective opening cross-sections of all nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) is less than or equal to the half cross-section of the supply pipe (2, 12, 22, 32).

2. Nozzle device according to claim 1, **characterised in that** it has a nozzle opening which extends in the longitudinal direction of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) at least over a predominant part of the length of the supply pipe (2, 12, 22, 32, 42), **in that** the nozzle opening is slit-shaped and is also aligned transverse to the conveying path, and **in that** the nozzle opening has at least two sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) arranged adjacent to one another, of which the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41), which seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is arranged closer to the assigned feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45"), has a smaller effective nozzle cross-section than the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) which is arranged further away from the feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") in question.
3. Nozzle device according to Claim 1, **characterised in that** it has more than one nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c), and **in that** seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) there are at least two sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) arranged adjacent to one another, of which in the case of the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) respectively arranged closer to the assigned feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") the effective nozzle opening cross-section of the at least one nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) respectively present there is smaller than the effective nozzle opening cross-section of the at least one nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) which is present **in that** section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) which is arranged further away from the feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") in question.
4. Nozzle device according to Claim 3, **characterised in that** the nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) are arranged side by side distributed in the longitudinal direction of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41), and **in that** the nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c), which is located in the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) which seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is arranged closer to the assigned feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45"), is smaller than the nozzle opening (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) which is located in the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) arranged further away from the feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") in question.
5. Nozzle device according to Claim 3 or 4, **characterised in that** the nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) are arranged side by side distributed in the longitudinal direction of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41), and **in that** seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) the gap between adjacent nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) becomes smaller at increasing distance from the assigned feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45").
6. Nozzle device according to Claim 3, **characterised in that** the length of the sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) measured in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is the same and in the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41), which seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is arranged closer to the assigned feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45"), there are fewer nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) than in the section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) which is further away from the feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") in question.
7. Nozzle device according to Claim 6, **characterised in that** the nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) provided in the sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) are

the same size.

8. Nozzle device according to any one of Claims 3 to 7, **characterised in that** in the case of at least two adjacent sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) the gas jets discharged in the area of the one section are aligned differently than the gas jets discharged in the adjacent section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz).
9. Nozzle device according to any one of Claims 3 to 8, **characterised in that** the nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) in at least one section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz) of the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) are arranged in two or more rows which extend seen in the flow direction of the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) flowing through the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41).
10. Nozzle device according to Claim 9, **characterised in that** the gas jets issuing from the nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) of the one row are aligned differently than the gas jets which issue from the nozzle openings (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) of the other row.
11. Nozzle device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") is arranged centrally in relation to the length of the supply pipe (2, 12, 22, 32, 42).
12. Nozzle device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") is arranged at each end of the supply pipe (2, 12, 22, 32, 42).
13. Nozzle device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the nozzle openings (36a'-36c") seen in cross-section in each case starting from the interior (37) of the supply pipe (32) narrow conically in the direction of its outer surface (38).
14. Furnace for heat treating a steel flat product, having at least one furnace zone which the steel flat product to be treated in each case passes through in a conveying path under a specifically composed zone atmosphere, wherein a nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is provided in the furnace zone and is connected via at least one feed connection (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") to a gas supply which feeds a gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b), which forms the zone atmosphere, into the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41), **characterised in that** the nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) is designed according to any one of Claims 1 to 13 and is arranged transverse to the conveying path of the steel flat product in the furnace.
15. Furnace according to Claim 14, **characterised in that** it is indirectly heated.
16. Furnace according to either of Claims 14 or 15, **characterised in that** the gas supply comprises a mixing device for pre-mixing and optionally moistening the gas (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b).
17. Furnace according to any one of Claims 14 to 16, **characterised in that** the furnace comprises a plurality of furnace zones adjoining one another, which the steel flat product to be treated in each case successively passes through, and to which furnace zones in each case at least one nozzle device (1, 11, 21, 31, 41) designed according to any one of Claims 1 to 13 is assigned.

Revendications

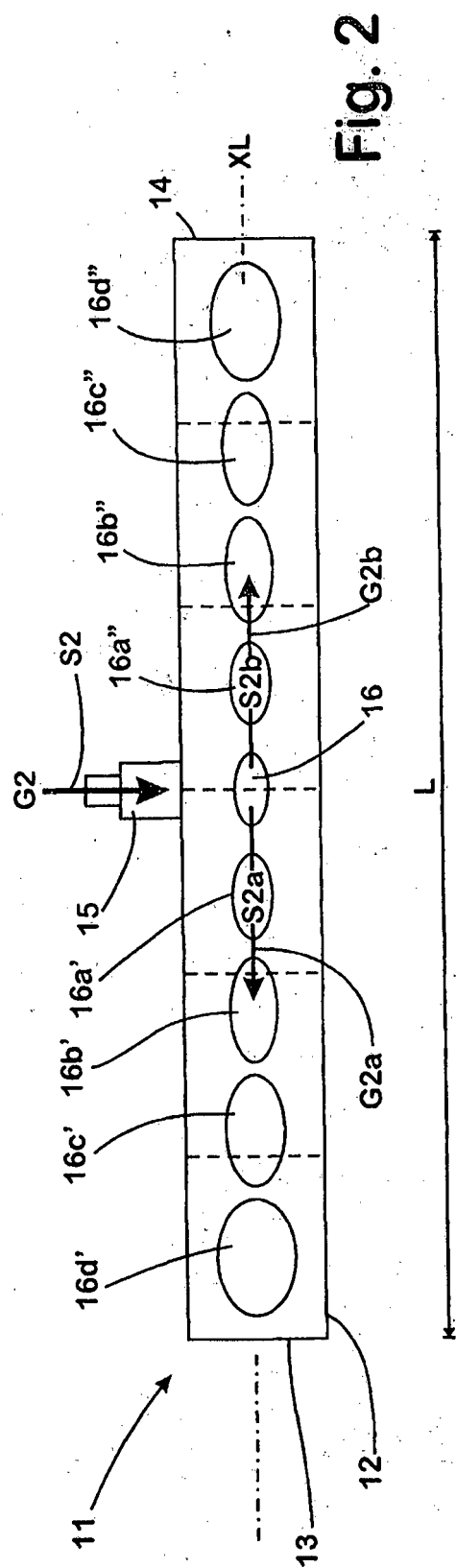
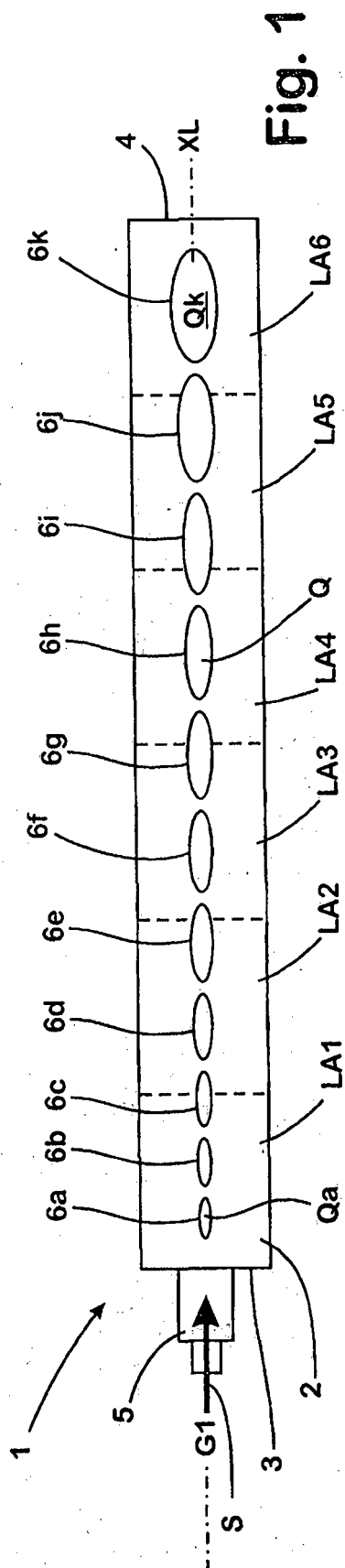
1. Dispositif tuyère destiné à un four (100) de traitement thermique d'un produit plat (B) en acier, comprenant un tuyau d'alimentation central (2, 12, 22, 32, 42) qui présente au moins un orifice de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) et un raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") permettant de raccorder le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) à une alimentation en gaz qui assure l'alimentation du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) en un gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) qui parcourt le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) et sort dudit au moins un orifice de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c), auquel cas le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) présente une première section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz) pourvue d'orifices de tuyère dont la section transversale (Q, Qa, Qk) active est plus petite que la section transversale des orifices de la deuxième section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz) qui est située plus loin du raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") concerné dans le sens d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) qui parcourt le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) à partir du raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") respectif, **caractérisé en ce**

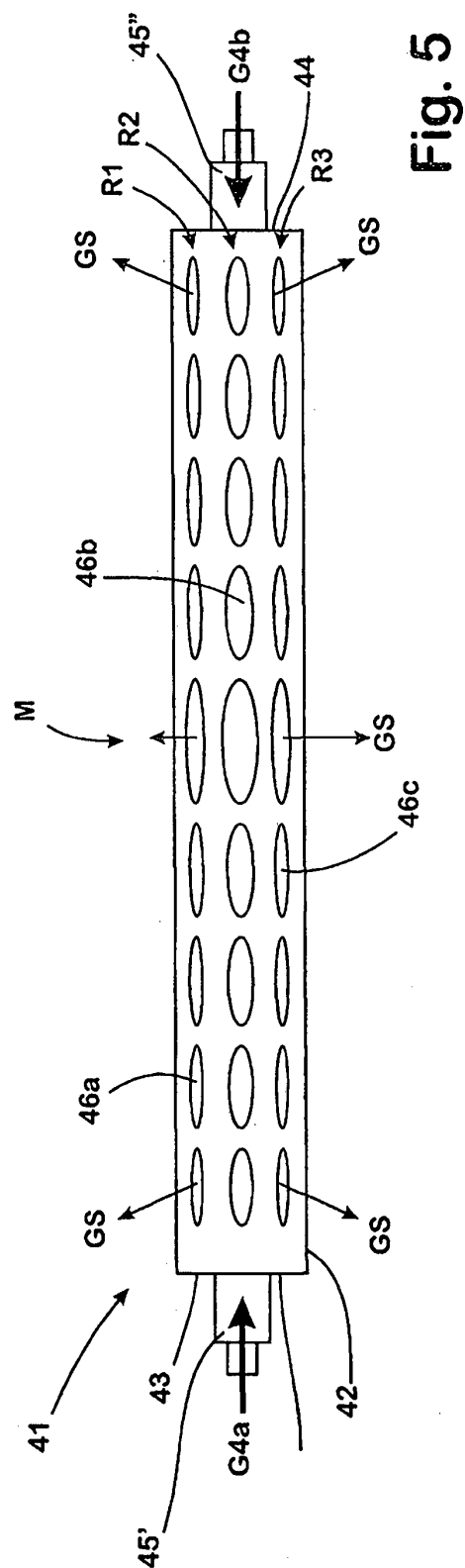
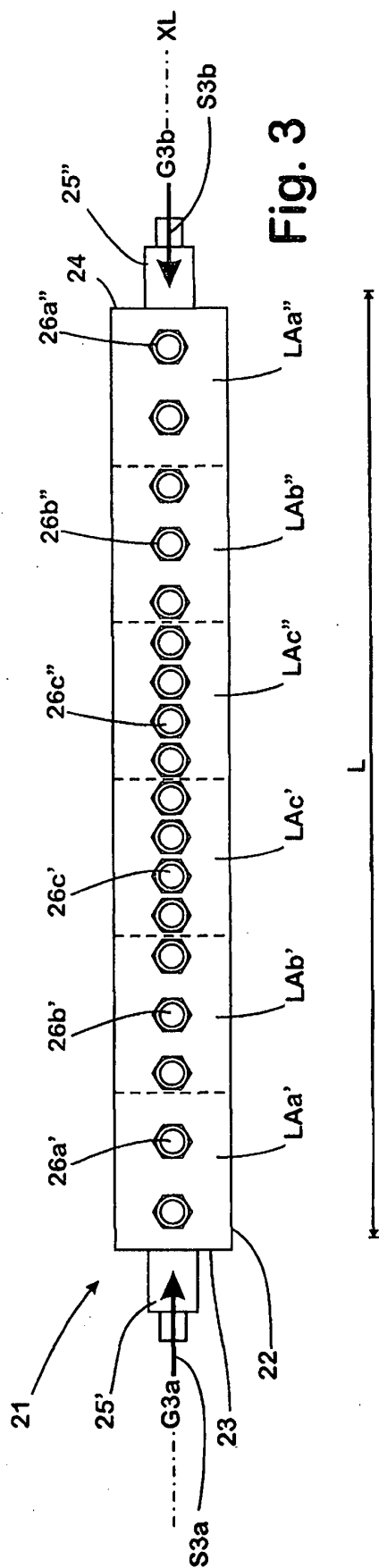
que la somme des sections transversales actives des orifices de tous les orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 6a- 6c) est inférieure ou identique à la moitié de la section transversale du tuyau d'alimentation central (2, 12, 22, 32).

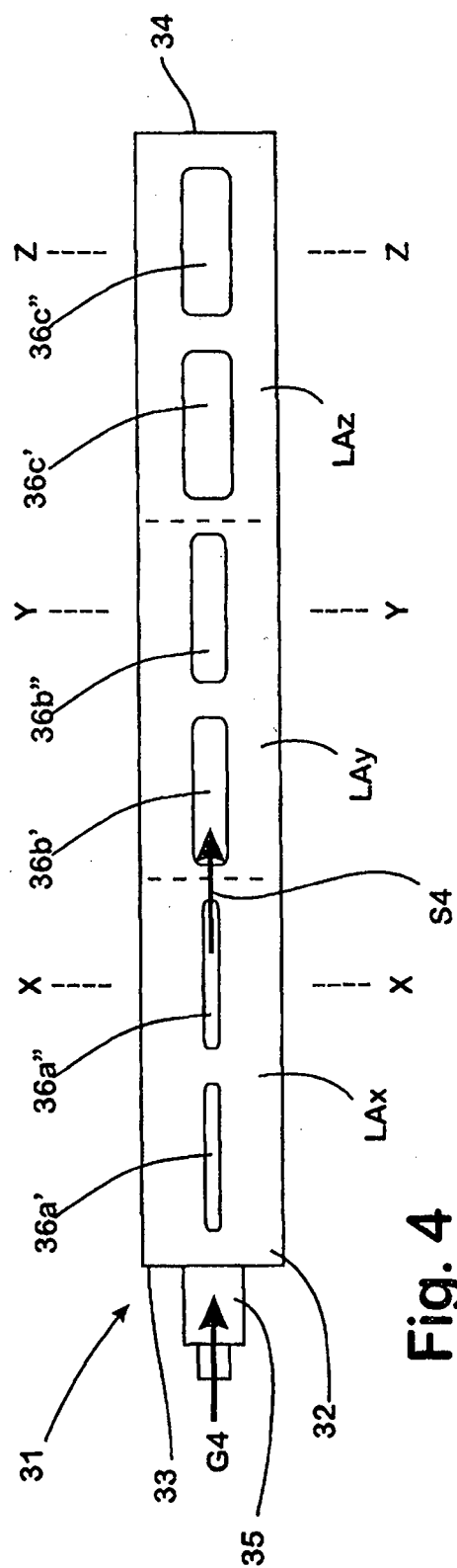
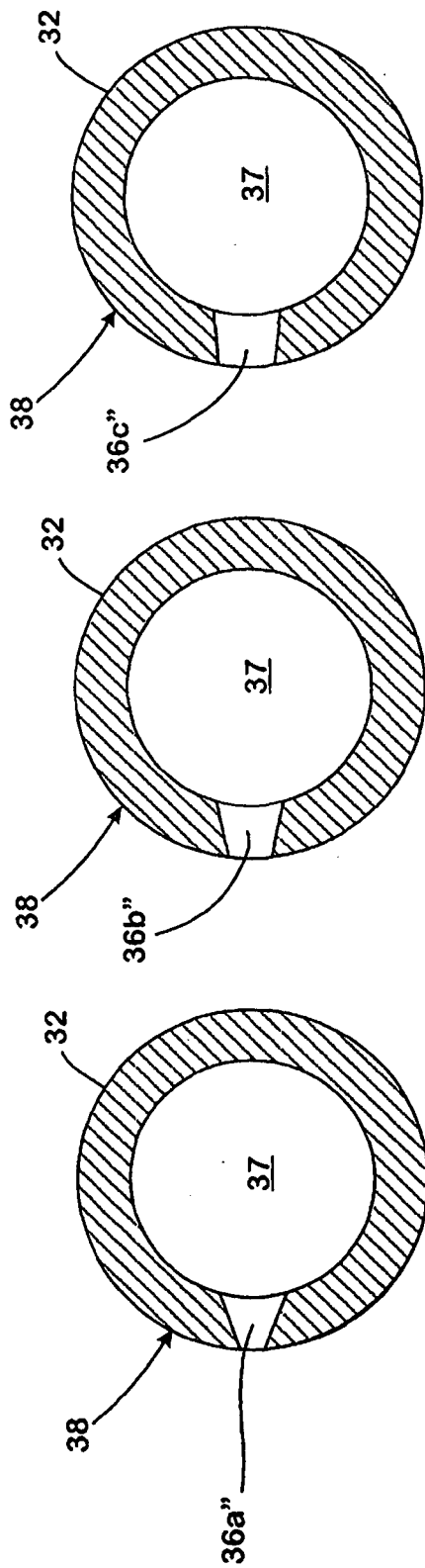
2. Dispositif tuyère selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** présente un orifice de tuyère qui s'étend en direction longitudinale du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) au moins sur une partie prépondérante de la longueur du tuyau d'alimentation (2, 12, 22, 32, 42), et que l'orifice de tuyère est en forme de fente et orienté également transversalement par rapport au trajet d'entraînement et que l'orifice de tuyère présente au moins deux sections agencées adjacentes l'une à l'autre (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ), à partir desquelles la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) agencée dans la direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1,11,21,31,41) plus proche du raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") concerné est pourvue d'un orifice de tuyère dont la section transversale active est plus petite que la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) agencée plus loin par rapport au raccordement d'alimentation (5, 15, 25, 25", 35, 45', 45") concerné.
3. Dispositif tuyère selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est pourvu de plus d'un orifice de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) et que l'on prévoit en direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1,11,21,31, 1) au moins deux sections agencées adjacentes l'une à l'autre (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ), à partir desquelles, dans le cas de la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1,11,21,31,41) agencée respectivement plus proche du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45"), la section transversale active de l'orifice de tuyère d'au moins un orifice de tuyère (6a-6k,16- 16d",26a'-26c",36a'-36c" 46a-46c) prévu respectivement à cet emplacement est plus petite que la section transversale active de l'orifice de tuyère d'au moins un orifice de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 6a-46c) prévu dans ladite section (LA1- LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1,11,21,31,41) qui est agencée plus éloignée du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25", 35, 5', 45").
4. Dispositif tuyère selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'- 36c", 46a-46c) sont agencés répartis les uns à côté des autres en direction longitudinale du dispositif de tuyère (1, 11, 21, 31, 41) et que l'orifice de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) qui se trouve dans la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1,11,21,31,41) agencée dans la direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) plus proche du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") est plus petit que l'orifice de tuyère (6a- 6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a 46c) qui se trouve dans la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif de tuyère (1,11,21,31,41) agencée plus éloignée du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25",35, 45', 45").
5. Dispositif tuyère selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** les orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a' -26c", 36a' - 36c", 46a-46c) sont agencés répartis les uns à côté des autres en direction longitudinale du dispositif tuyère (1,11,21,31,41) et que la distance des orifices de tuyère adjacents (6a-6k,16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) est perçue plus petite en direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) lors d'une augmentation de la distance du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45").
6. Dispositif tuyère selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la longueur mesurée des sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) en direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1,11,21,31,41) est identique et que l'on prévoit moins d'orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) dans la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) agencée en direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) plus proche du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") que dans la section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif de tuyère (1, 11, 21, 31, 1) plus éloignée du raccordement d'alimentation concerné (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45").
7. Dispositif tuyère selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) prévus dans les sections (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif de tuyère (1, 11, 21, 31, 41) ont la même taille.
8. Dispositif tuyère selon une des revendications de 3 à 7, **caractérisé en ce que** dans le cas d'au moins deux sections adjacentes (LA1- LA6, LAa'-LAc", LAX-LAZ) du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) les jets de gaz expulsés dans la

partie de la première section sont alignés différemment par rapport aux jets de gaz expulsés dans la section adjacente (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz).

- 5 9. Dispositif tuyère selon une des revendications de 3 à 8, **caractérisé en ce que** dans au moins une section (LA1-LA6, LAa'-LAc", LAx-LAz) du dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) les orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) sont agencés en deux ou plusieurs rangées s'étendant en direction d'écoulement du gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) s'écoulant à travers le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41).
- 10 10. Dispositif tuyère selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les jets de gaz sortant des orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) d'une rangée sont alignés différemment par rapport aux jets de gaz sortant des orifices de tuyère (6a-6k, 16-16d", 26a'-26c", 36a'-36c", 46a-46c) de l'autre rangée.
- 15 11. Dispositif tuyère selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") est agencé en position centrale par rapport à la longueur du tuyau d'alimentation (2, 12, 22, 32, 42).
- 20 12. Dispositif tuyère selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on prévoit à chaque extrémité du tuyau d'alimentation (2, 12, 22, 32, 42) un raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45").
- 25 13. Dispositif tuyère selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les orifices de tuyère (36a'-36c") se rétrécissent de manière conique en section transversale en partant respectivement de l'espace intérieur (37) du tuyau d'alimentation (32) en direction de sa surface extérieure (38).
- 30 14. Four de traitement thermique d'un produit plat en acier avec au moins une zone de four où transite en un trajet d'entraînement le produit plat en acier respectivement à traiter sous une certaine atmosphère de zone composée, auquel cas l'on prévoit un dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) dans la zone de four rattaché à l'aide d'au moins un raccordement d'alimentation (5, 15, 25', 25", 35, 45', 45") à une alimentation en gaz qui alimente le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) en gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b) formant l'atmosphère de zone, **caractérisé en ce que** le dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 1) est formé selon une des revendications de 1 à 13 et est agencé transversalement par rapport au trajet d'entraînement du produit plat en acier dans le four.
- 35 15. Four selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'il** est chauffé indirectement.
- 40 16. Four selon une des revendications 14 ou 15, **caractérisé en ce que** l'alimentation en gaz comprend un dispositif mélangeur prévu afin de pré-mélanger et humidifier, de façon facultative, le gaz (G1, G2, G3a, G3b, G4, G4a, G4b).
- 45 17. Four selon une des revendications de 14 à 16, **caractérisé en ce que** le four comprend plusieurs zones de four contiguës, à travers lesquelles transite séquentiellement le produit plat en acier à traiter et auxquelles est respectivement associé au moins un dispositif tuyère (1, 11, 21, 31, 41) conçu selon les revendications de 1 à 13.







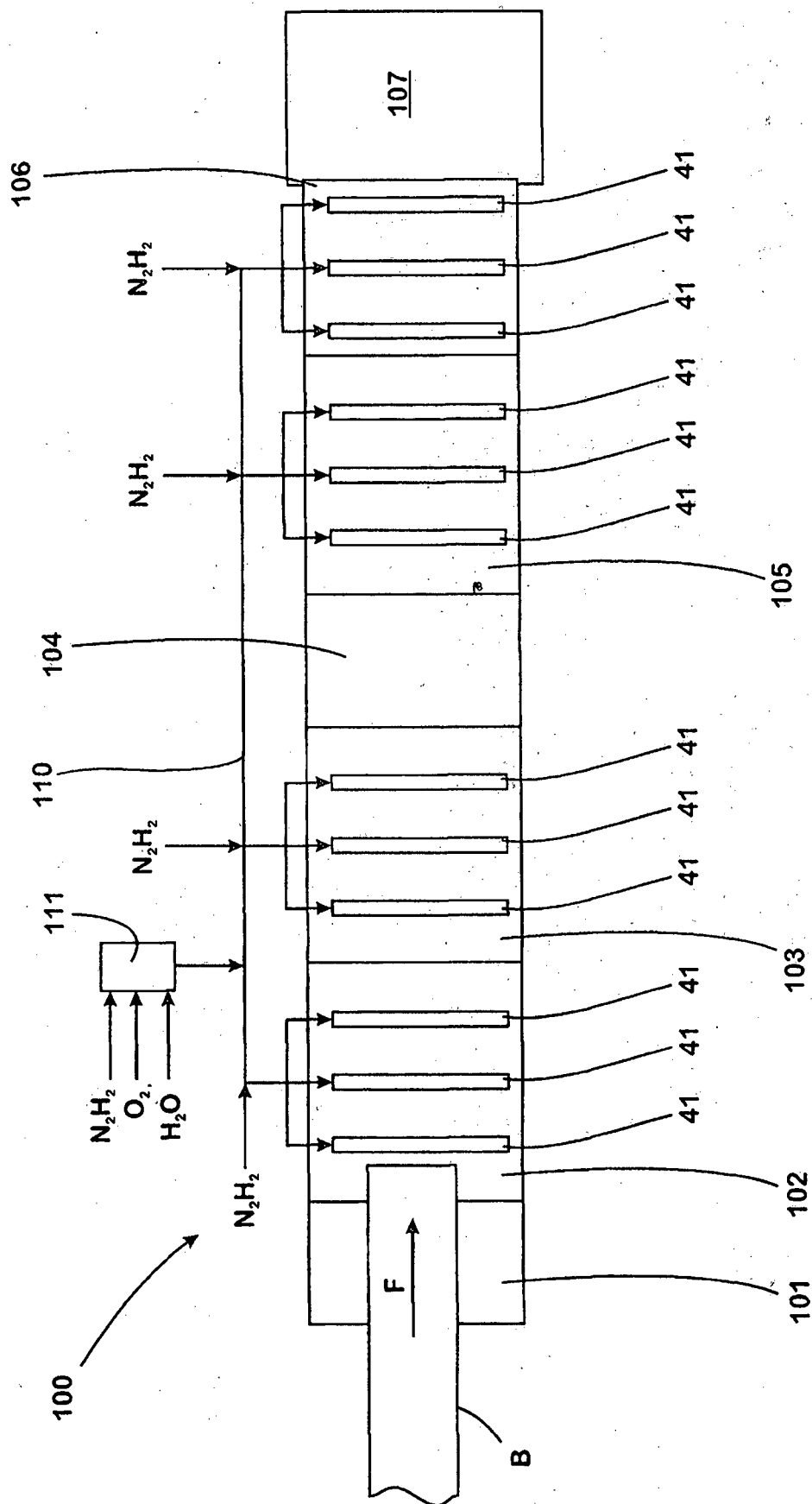


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- GB 670337 A [0001]
- US 20040121697 A1 [0001]
- EP 2010690 B1 [0005]
- DE 68912243 T2 [0008]
- DE 69507977 T2 [0009]
- JP 02285057 A [0010]
- US 20100173072 A1 [0011] [0012] [0013]