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

(11) **EP 2 486 157 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2017 Patentblatt 2017/51

(21) Anmeldenummer: **10784250.2**

(22) Anmeldetag: **06.10.2010**

(51) Int Cl.:
C21D 9/663 *(2006.01)* ***C21D 9/673*** *(2006.01)*
F27B 11/00 *(2006.01)* ***F27D 7/06*** *(2006.01)*
F27D 99/00 *(2010.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/006097

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/042164 (14.04.2011 Gazette 2011/15)

(54) **VERFAHREN UND HAUBENGLÜHOFEN ZUM HOCHTEMPERATUR-GLÜHEN VON METALLBAND**

METHOD AND HOOD-TYPE ANNEALING FURNACE FOR ANNEALING METAL BANDS AT HIGH TEMPERATURES

PROCÉDÉ ET FOUR À CLOCHE POUR RECUIT À HAUTE TEMPÉRATURE DE BANDES MÉTALLIQUES

(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: **09.10.2009 DE 102009049002**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.08.2012 Patentblatt 2012/33

(73) Patentinhaber: **LOI Thermprocess GmbH**
45141 Essen (DE)

(72) Erfinder:
- **MASCHLER, Frank**
  47279 Duisburg (DE)
- **BURYAN, Michal**
  56601 Vysoke Myto (CZ)
- **WACHHOLDER, Horst**
  45277 Essen (DE)
- **WENDT, Peter**
  45276 Essen (DE)
- **MAASS, Hardy**
  45144 Essen (DE)
- **BEUTEL, Achim**
  45659 Recklinghausen (DE)

(74) Vertreter: **Harlacher, Mechthild**
Gesthuysen Patent- und Rechtsanwälte
Huyssenallee 100
45128 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2006/111246
DE-C1- 3 720 251
US-A- 4 543 891
US-A- 5 290 017
DD-A5- 261 380
JP-A- 2003 027 146
US-A- 4 846 675
US-A- 5 380 378

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).

EP 2 486 157 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Hochtemperatur-Glühen von Metallband, Blech oder Draht, insbesondere von kornorientiertem Elektroband in Form von Coils in einem Glühraum unter Schutzgas bzw. in einer Schutzgasatmospäre in einem Haubenofen mit einen Herd mit mindestens einem Stellplatz für eine Charge in Form von einem Coil oder einem Coil-Stapel, mit mindestens einer Schutzhaube, die die Charge abdeckt und unter der der Glühraum ausgebildet wird, mit einer dynamischen Dichtung zwischen Schutzhaube und Herd sowie mit einer die Schutzhaube mit Abstand umgebene Heizhaube, unter der ein Heizraum gebildet wird. Ferner betrifft die Erfindung einen entsprechenden Haubenglühofen.

[0002] Bei dem Verfahren zum Hochtemperatur-Glühen oder Grobkorn-Glühen von kornorientiertem Elektroband handelt sich um ein Glühverfahren bei sehr hohen Temperaturen etwa zwischen 1100 °C und 1200 °C.

[0003] Kornorientiertes Elektroband wird für den Eisenkern bzw. gewickelte Kerne von Transformatoren oder Generatoren verwendet. Es handelt sich um Silizium-legiertes Stahlblech, das gute magnetische Eigenschaften besitzt. Das Elektroband wird zu Chargen bzw. Coils gewickelt oder gestapelt.

[0004] Es ist bekannt, zum chargenweisen Hochtemperatur-Glühen von Elektroband Haubenglühöfen einzusetzen.

[0005] Ein Haubenglühofen weist in der Regel einem Herd mit mindestens einem Stellplatz für eine Charge in Form eines Coils oder einen Coil-Stapels, eine Schutzhaube, die die Charge abdeckt, eine Heizhaube und eine Kühlhaube auf, die alternativ zu der Heizhaube eingesetzt wird. Unter der Schutzhaube wird ein Glühraum ausgebildet. Die Heizhaube begrenzt einen Heizraum, der im Wesentlichen als Ringraum zwischen der Schutzhaube und der Heizhaube ausgebildet ist. Solche Öfen sind beispielsweise aus der WO-A 2006/111246, DD-A 261 380 oder der DE-C 37 20 251 bekannt.

[0006] Beim Hochtemperatur-Glühverfahren von kornorientiertem Elektroband wird zunächst der Glühraum mit Stickstoff (N_2) gespült, um den Luftsauerstoff zu entfernen. Danach wird auf eine Temperatur von 600 bis 850 °C aufgeheizt und ggf. einige Stunden gehalten. In dieser Zeit wird mit Stickstoff gespült. Beim Spülen wird kontinuierlich oder in vorgegebenen Intervallen Schutzgas in den Glühraum eingeleitet, während die Schutzgasatmosphäre mit einem definierten Volumenstrom abströmt.

[0007] Danach wird der Glühraum mit einem Gemisch aus Stickstoff (N_2) und Wasserstoff (H_2) gespült. Der Glühraum bzw. das Elektroband wird langsam weiter aufgeheizt. Nach Beendigung der Kristall-Ausrichtung im Elektroband wird die Spülung auf reinen Wasserstoff (H_2) umgestellt. Danach wird mit regelbarem Gradienten abgeheizt, d. h. die Temperatur bis auf 650 °C und darunter gesenkt. Anschließend wird der im Glühraum unter der Schutzhaube befindliche Wasserstoff (H_2) mit Stickstoff (N_2) ausgespült. Danach kann die Heizhaube entfernt werden.

[0008] Die Schutzhaube ist gegenüber dem Herd mittels einer dynamischer Dichtung, insbesondere einer oder mehrerer Sandtassen abgedichtet. Obwohl eine derartige Dichtung nicht gasdicht ist, wird diese aufgrund der hohen Glühtemperaturen in der Praxis verwendet. Wegen der hohen Glühtemperaturen ist eine gasdichte Abdichtung konstruktiv sehr aufwendig und wird daher nicht eingesetzt.

[0009] Daher kann Schutzgas durch die Sandtassen-Abdichtung zwischen Schutzhaube und Herd in den Heizraum entweichen. Der Heizraum, außen begrenzt durch die Heizhaube, ist gegen die Umgebung durch eine Wassertasse gasdicht abgeschlossen. Die Abführung des Schutzgases aus dem Heizraum geschieht durch eine Abgas-Rohrleitung, die in der Regel ein Druckregelorgan enthält. Das abgeführte Schutzgas wird dann außerhalb der Heizhaube in einer Fackel verbrannt.

[0010] Haubenglühöfen, bei denen die Schutzhaube gegenüber dem Herd mit einer dynamischen Dichtung, meistens mit einer Sandtasse, abgedichtet ist, wurden bisher ausschließlich elektrisch beheizt. Die elektrische Beheizung verursacht vergleichsweise hohe Heizkosten.

[0011] Gegen eine Beheizung des Heizraumes mit Brennern spricht, dass sauerstoffhaltige Atmosphäre aus dem Heizraum unter Umständen in den wasserstoffgefüllten Glühraum unter der Schutzhaube gelangen kann, was ein Sicherheitsproblem darstellt und darüber hinaus die Charge beeinträchtigt.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden.

[0013] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird der Heizraum mit Brennern beheizt, deren Flammen offen in den Heizraum gerichtet sind, wobei im Glühraum ein Überdruck gegenüber dem Heizraum gehalten, der mindestens 10 Pa und höchstens 200 Pa beträgt und wobei der Überdruck zwischen dem Glühraum und Heizraum während des Glühverfahrens kontinuierlich überwacht wird und bei einem Absinken des Überdrucks in Abhängigkeit von dem Unterschreiten eines Grenzwertes eine Notspülung zum Spülen des Glühraumes unter der Schutzhaube und des Heizraumes unter der Heizhaube eingeleitet wird.

[0014] Aufgrund der Beheizung mittels Brennstoff verringern sich die Energiekosten gegenüber einer elektrischen Beheizung. Versuche haben überraschenderweise gezeigt, dass geringe Überdrücke in der vorgenannten Größenordnung ausreichen, um Sicherheitsbedenken in Bezug auf die Beheizung des Heizraumes mit Brennern auszuräumen.

[0015] Der Überdruck zwischen dem Glühraum und dem Heizraum wird während des Glühverfahrens kontinuierlich überwacht und bei einem Absinken des Überdrucks in Abhängigkeit von dem Unterschreiten eines

Grenzwertes eine Notspülung eingeleitet. Somit wird die Qualität der dynamischen Dichtung bzw. der Sandtassen-Dichtung während des Glühverfahrens kontinuierlich überwacht.

[0016] Solange der Grenzwert nicht unterschritten wird, kann die Spülrate im Glühraum erhöht werden. Dazu wird vorzugsweise der Gasstrom vergrößert, welcher kontinuierlich oder in vorgegebenen Intervallen während des Glühverfahrens in den Glühraum eingeleitet wird.

[0017] Die Notspülung kann während des gesamten Glühverfahrens eingeleitet werden, um wasserstoffhaltige Schutzgasatmosphäre aus dem Glühraum und dem Heizraum zu entfernen.

[0018] Vorzugsweise wird den Brennern zusätzliche Verbrennungsluft zur Verbrennung des Wasserstoffs zugeführt, der vom Glühraum durch die dynamische Dichtung in den Heizraum entweichen kann. Da die Flammen der Brenner offen in den Heizraum gerichtet sind, kann der Wasserstoff auf einfache Weise unschädlich gemacht werden. Die für die Verbrennung des Wasserstoffs benötigte Verbrennungsluft kann den Brennern mittels einer Verbrennungsluftleitung zugeführt werden, die in dem Heizraum mündet. Alternativ kann der Verbrennungsluftstrom zu den Brennern vergrößert werden.

[0019] Vorzugsweise wird während der Notspülung der Glühraum und der Heizraum mit je einem Inertgas-Volumenstrom gespült, wobei das Verhältnis des Inertgas-Volumenstromes, mit dem der Heizraum unter der Heizhaube gespült wird, zu dem Inertgas-Volumenstrom, mit dem der Glühraum gespült wird, größer als 25 ist. Vorteilhafterweise sind die Flammen der Brenner derart in den Heizraum gerichtet, dass eine gleichsinnige ringförmige Strömung der Abgase im Heizraum über dessen gesamte Höhe erzeugt wird. Damit wird eine gleichmäßige Temperaturverteilung erreicht.

[0020] Die Aufgabe wird ferner gelöst durch einen Haubenglühofen zum Hochtemperatur-Glühen von Metallband, Blech oder Draht, insbesondere von kornorientiertem Elektroband in Form von Coils in einem Glühraum unter Schutzgas bzw. in einer Schutzgasatmospäre in einem Haubenofen, nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem Herd mit mindestens einem Stellplatz für eine Charge in Form von einem Coil oder einem Coil-Stapel, mit mindestens einer Schutzhaube, die die Charge abdeckt und unter der der Glühraum ausgebildet wird, mit einer dynamischen Dichtung zwischen Schutzhaube und Herd sowie mit einer die Schutzhaube mit Abstand umgebene Heizhaube unter der ein Heizraum gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizhaube eine Mehrzahl von mit flüssigem oder gasförmigem Brennstoff betriebenen Brennern aufweist, deren Flammen offen in den Heizraum gerichtet sind und dass der Haubenglühofen eine Notspüleinrichtung zum Spülen des Glühraumes unter der Schutzhaube und des Heizraumes unter der Heizhaube mit Inertgas aufweist, wobei im Glühraum und im Heizraum je eine Inertgas-Zuführung münden.

[0021] Im Glühraum wird ein Überdruck gegenüber dem Heizraum aufrechterhalten wird, der mindestens 10 Pa und höchstens 200 Pa beträgt.

[0022] Mit der Notspüleinrichtung wird gewährleistet, dass ein brennstoffbeheizter Haubenglühofen, dessen Glühraum nicht gasdicht gegenüber dem Herd abgedichtet ist, sicher betrieben werden kann.

[0023] Eine Weiterbildung ist gekennzeichnet durch mindestens eine Gruppe von vertikal übereinander angeordneten Brennern.

[0024] Vorzugsweise befindet sich an den Stirnseiten der Heizhaube jeweils eine Gruppe von vertikal übereinander angeordneten Brennern, die in Strömungsrichtung der Abgase gegeneinander gerichtet sind, derart, dass eine gleichsinnige Abgasströmung im Heizraum entsteht. Es wird eine gleichsinnige ringförmige Strömung der Abgase im Heizraum über dessen gesamte Höhe erzeugt. Aufgrund der ringförmigen Strömung der Abgase und der gute Umwälzung der Abgase der vertikal übereinander angeordneten Brenner wird eine gute Temperaturgleichmäßigkeit über die gesamte Höhe des Haubenglühofens erreicht.

[0025] Vorzugsweise sind die Brenner als Hochgeschwindigkeitsbrenner ausgebildet.

[0026] Das Verfahren zum Hochtemperatur-Glühen nach der Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert.

[0027] In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf einen Haubenglühofen;

Fig. 2 eine schematische Vorderansicht auf einen Haubenglühofen nach der Erfindung;

Fig. 3 ein Diagramm mit einem Notspülverfahren nach der Erfindung.

[0028] Fig. 1 und Fig. 2 zeigen schematisch eine Heizhaube 1 eines Haubenglühofens. Die Heizhaube 1 wird mittels zwei Gruppen von Brennern 2 in Form von Hochgeschwindigkeitsbrennern, vorzugsweise Rekuperatorbrennern, beheizt. Die Brenner 2 jeder Gruppe sind übereinander an den Stirnseiten der Heizhaube 1 angeordnet und brennen mit offenen Flammen in einen im Wesentlichen ringförmigen Heizraum 3. Die Anordnung der Brenner-Gruppen erfolgt gegeneinander, um über eine gleichsinnige Abgasströmung eine gute Umwälzung der Abgase der Flammen und damit eine gute Temperaturgleichmäßigkeit zu erreichen.

[0029] Den Brennern 2 wird zusätzliche Verbrennungsluft zur Verbrennung des vom Glühraum 5 durch die dynamische Dichtung in den Heizraum 3 entweichende Wasserstoffs zugeführt. Da die Flammen der Brenner 2 offen in den Heizraum 3 gerichtet sind, kann der Wasserstoff auf einfache Weise unschädlich gemacht werden.

[0030] Unter der Heizhaube 1 befinden sich drei Schutzhauben 4, die zu einem nicht dargestellten Herd mit nicht dargestellten dynamischen Dichtungen in Form

von Sandtassen abgedichtet sind. Unter den Schutzhauben 4 wird je ein Glühraum 5 gebildet, in dem sich die Charge befindet.

[0031] Sobald die Temperatur im Heizraum 750 °C überschreitet, können die Glühraume 5 mit Wasserstoff gespült werden. Die Sandtassen sind nicht gasdicht. Wasserstoff, der durch die Sandtassen-Dichtung in den Heizraum 3 gelangt, wird mittels Überschussluft an den Brennern 2, die geeignet dosiert wird, verbrannt.

[0032] In dem Heizraum 3 unter der Heizhaube 1 und in jedem Glühraum 5 münden je eine Inertgas-Zuführung 6 einer Notspüleinrichtung zum gleichzeitigen Spülen des Heizraums 3 und des Glühraums 5 mit Inertgas, hier Stickstoff. Bei der Notspülung ist das Verhältnis des Inertgas-Volumenstroms, mit dem der Heizraum 3 gespült wird, und des Volumenstroms, mit denen die Glühräume 5 gespült werden, größer als 25.

[0033] Bei der Notspülung werden folglich der Heizraum 3 mit einem großen Inertgas-Volumenstrom und gleichzeitig jeweils die Glühräume 5 mit einem geringen Intergas-Volumenstrom gespült.

[0034] Im Störungsfall, wie z. B. bei einem Ausfall der Beheizung oder einem Stromausfall, wird die Anlage selbsttätig in einen sicheren Zustand gebracht. Normalerweise wird durch eine Stickstoff-Spülung der Schutzhauben 4 der Wasserstoff schnell ausgetrieben und gelangt in den Heizraum 3.

[0035] Nun liegen aber nicht in jedem Fall die Voraussetzungen für eine sichere Verbrennung des ausgespülten Wasserstoffs im Heizraum 3 mittels der Brenner 2 vor. Beispielsweise kann die Temperatur inzwischen zu gering sein oder es steht wegen Stromausfall keine Verbrennungsluft zur Verfügung. Auch in diesen Fällen kann das Notspülverfahren eingeleitet.

[0036] In Fig. 3 ist das erfindungsgemäße Notspülverfahren dargestellt. In dem Diagramm ist der Inertgas-Volumenstrom (Ordinate; in m^3/h) und die Wasserstoff- und Sauerstoff-Konzentration in % in Abhängigkeit von der Zeit (Abszisse; in min) dargestellt. Die untere Explosionsgrenze von Wasserstoff wird mit 2 % angesetzt.

[0037] Zum Zeitpunkt Null ist der Heizraum 3 unter der Heizhaube 1 mit Luft gefüllt, im Glühraum 5 unter den Schutzhauben 4 befindet sich reiner Wasserstoff.

[0038] Jede der drei Glühräume 5 unter den Schutzhauben 4 wird mit 2 m^3/h Stickstoff gespült, der Heizraum 3 unter der Heizhaube 1 mit 240 m^3/h. Das Verhältnis des Stickstoff-Volumenstroms mit dem die Heizhaube (240 m^3/h) gespült wird und des Stickstoff-Volumenstroms, mit dem die Schutzhauben (3 x 2 m^3/h = 6 m^3/h) gespült werden, beträgt hier 40. Bei Verhältnissen unter 25 gibt es unzulässig hohe Maxima der Wasserstoffkonzentration in der Heizhaube.

[0039] Die Prozeßtemperatur soll 400 °C betragen, die Gase expandieren entsprechend und beschleunigen so den Spülvorgang. Die maximale Wasserstoff-Konzentration in der Heizhaube beträgt unter 2 % und wird nach ca. 10 min erreicht. Zu diesem Zeitpunkt beträgt der Sauerstoff-Gehalt ebenfalls ca. 2 %. Im weiteren Verlauf geht der Wasserstoff-Gehalt in der Heizhaube 3 schnell gegen Null. Die Spülung der Glühräume unter den Schutzhauben 4 wird so lange fortgesetzt bis auch unter den Schutzhauben 4 der Wasserstoff auf unter 2 % ausgespült ist, was im vorliegenden Beispiel nach ca. 360 min erreicht ist. Damit sind Heizhaube 1 und Schutzhauben 4 im sicheren Zustand und die Notspülung wird beendet.

[0040] Im Rahmen der Erfindung sind ohne weiteres Abwandlungen möglich. So kann beispielsweise die Verbrennungsluft mittels eines zentralen Rekuperators vorgewärmt werden. Ferner kann den Brennern 2 die für die Verbrennung des Wasserstoffs benötigte Verbrennungsluft mittels einer Verbrennungsluftleitung zugeführt werden, die in dem Heizraum 3 mündet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Hochtemperatur-Glühen von Metallband, Blech oder Draht, insbesondere von kornorientiertem Elektroband in Form von Coils in einem Glühraum (5) unter Schutzgas bzw. in einer Schutzgasatmospäre in einem Haubenofen mit einen Herd mit mindestens einem Stellplatz für eine Charge in Form von einem Coil oder einem Coil-Stapel, mit mindestens einer Schutzhaube (4), die die Charge abdeckt und unter der der Glühraum (5) ausgebildet wird, mit einer dynamischen Dichtung zwischen Schutzhaube (4) und Herd sowie mit einer die Schutzhaube (4) mit Abstand umgebene Heizhaube (1) unter der ein Heizraum (3) gebildet wird,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Heizraum (3) mit Brennern (2) beheizt wird, deren Flammen offen in den Heizraum (3) gerichtet sind und dass im Glühraum (5) ein Überdruck gegenüber dem Heizraum (3) gehalten, der mindestens 10 Pa und höchstens 200 Pa beträgt und dass der Überdruck zwischen dem Glühraum (5) und Heizraum (3) während des Glühverfahrens kontinuierlich überwacht wird und bei einem Absinken des Überdrucks in Abhängigkeit von dem Unterschreiten eines Grenzwertes eine Notspülung zum Spülen des Glühraumes (5) unter der Schutzhaube (4) und des Heizraumes (3) unter der Heizhaube (1) mit Inertgas eingeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet, dass der Glühraum (5) und der Heizraum (3) während der Notspülung mit je einem Inertgas-Volumenstrom gespült werden, wobei das Verhältnis des Inertgas-Volumenstroms, mit dem der Heizraum (3) gespült wird, zu dem Inertgas-Volumenstrom, mit der Glühraum (5) gespült wird, größer als 25 ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet, dass den Brennern (2) zusätzliche Verbrennungsluft zur Verbrennung des

vom Glühraum (5) durch die dynamische Dichtung in den Heizraum (3) entweichenden Wasserstoffs zugeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flammen der Brenner (2) derart in den Heizraum (3) gerichtet sind, dass eine gleichsinnige ringförmige Strömung der Abgase im Heizraum (3) über dessen gesamte Höhe erzeugt wird.

5. Haubenglühofen zum Hochtemperatur-Glühen von Metallband, Blech oder Draht, insbesondere von kornorientiertem Elektroband in Form von Coils in einem Glühraum unter Schutzgas bzw. in einer Schutzgasatmospäre in einem Haubenofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem Herd mit mindestens einem Stellplatz für eine Charge in Form von einem Coil oder einem Coil-Stapel, mit mindestens einer Schutzhaube (4), die die Charge abdeckt und unter der der Glühraum (5) ausgebildet wird, mit einer dynamischen Dichtung zwischen Schutzhaube (4) und Herd sowie mit einer die Schutzhaube (4) mit Abstand umgebene Heizhaube (1) unter der ein Heizraum (3) gebildet wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Heizhaube (1) eine Mehrzahl von mit flüssigem oder gasförmigem Brennstoff betriebenen Brennern (2) aufweist, deren Flammen offen in den Heizraum (3) gerichtet sind und dass der Haubenglühofen eine Notspüleinrichtung zum Spülen des Glühraumes (5) unter der Schutzhaube (4) und des Heizraumes (3) unter der Heizhaube (1) mit Inertgas aufweist, wobei im Glühraum (5) und im Heizraum (3) je eine Inertgas-Zuführung (6) münden.

6. Haubenglühofen nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** mindestens eine Gruppe von vertikal übereinander angeordneten Brennern (2).

7. Haubenglühofen nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich an den Stirnseiten der Heizhaube (1) jeweils eine Gruppe von vertikal übereinander angeordneten Brennern (2) befinden, die in Strömungsrichtung der Abgase gegeneinander gerichtet sind, derart, dass eine gleichsinnige Abgasströmung im Heizraum (3) entsteht.

8. Haubenglühofen nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenner (2) als Hochgeschwindigkeitsbrenner ausgebildet sind.

Claims

1. Method for annealing, at high temperatures, metal bands, sheet metal or wire, in particular grain-oriented electrical strip in the shape of coils in an annealing chamber (5) under protective gas or in a protective gas atmosphere in a hood-type furnace with a hearth with at least one charging area for a batch in the shape of a coil or a coil stack, with at least one protective hood (4), which covers the batch and under which there is formed the annealing chamber (5), with a dynamic seal between the protective hood (4) and the hearth and with a heating hood (1) which surrounds the protective hood (4) at a distance and under which there is formed a heating chamber (3), **characterised in that** the heating chamber (3) is heated with burners (2) whose open flames are directed into the heating chamber (3) and that in the annealing chamber (5) there is maintained an overpressure relative to the heating chamber (3) of at least 10 Pa and no more than 200 Pa, and that the overpressure between the annealing chamber (5) and the heating chamber (3) is continuously monitored during the annealing process, and that, in the event of a drop of the overpressure, an emergency purge is initiated, depending on the undershooting of a limit value, to purge the annealing chamber (5) under the protective hood (4) and the heating chamber (3) under der heating hood (1) with inert gas.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** during the emergency purge the annealing chamber (5) and the heating chamber (3) are purged with an inert gas volume flow, whereby the ratio of the inert gas volume flow used for purging the heating chamber (3) to the inert gas volume flow used for purging the annealing chamber (5) is larger than 25.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** additional combustion air is supplied to the burners (2) for the combustion of the hydrogen escaping from the annealing chamber (5) through the dynamic seal into the heating chamber (3).

4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the flames of the burners (2) are directed into the heating chamber (3) in such a way that a same-sense annular flow of the exhaust gases is generated in the heating chamber (3) over its entire height.

5. Hood-type annealing furnace for annealing, at high temperatures, metal bands, sheet metal or wire, in particular grain-oriented electrical strip in the shape of coils in an annealing chamber under protective gas or in a protective gas atmosphere in a hood-type furnace according to one of claims 1 to 4, with a hearth with at least one charging area for a batch in the shape of a coil or a coil stack, with at least one

protective hood (4), which covers the batch and under which there is formed the annealing chamber (5), with a dynamic seal between the protective hood (4) and the hearth and with a heating hood (1) which surrounds the protective hood (4) at a distance and under which there is formed a heating chamber (3), **characterised in that** the heating hood (1) exhibits a plurality of liquid or gaseous fuel-operated burners (2) whose open flames are directed into the heating chamber (3) and that the hood-type annealing furnace exhibits an emergency purging device for purging the annealing chamber (5) under the protective hood (4) and the heating chamber (3) under the heating hood (1) with inert gas, with one inert gas supply (6) each leading into the annealing chamber (5) and into the heating chamber (3).

6. Hood-type annealing furnace according to claim 5, **characterised by** at least one group of burners (2) which are arranged vertically above each other.

7. Hood-type annealing furnace according to claim 6, **characterised in that** on the face sides of the heating hood (1) there are located in each case a group of burners (2) arranged vertically above each other, which are directed against each other in the direction of flow of the exhaust gases such that there develops inside the heating chamber (3) and exhaust gas flow in the same direction.

8. Hood-type annealing furnace according to one of claims 5 to 7, **characterised in that** the burners (2) are designed as high-velocity burners.

Revendications

1. Procédé de recuit à haute température de bande métallique, de tôle ou de fil, en particulier de bande électrique à grains orientés sous la forme de bobines dans une chambre de recuit (5) sous un gaz protecteur respectivement dans une atmosphère inerte dans un four à cloche, comportant un foyer avec au moins un emplacement pour une charge sous la forme d'une bobine ou d'une pile de bobines, avec au moins un capot de protection (4), qui recouvre la charge et sous lequel est configurée la chambre de recuit (5), avec un joint d'étanchéité dynamique entre le capot de protection (4) et le foyer ainsi qu'avec une cloche chauffante (1) entourant le capot de protection (4) à une certaine distance et sous laquelle est formée une chambre de chauffe (3),
caractérisé en ce que,
la chambre de chauffe (3) est chauffée avec des brûleurs (2), dont les flammes sont dirigées de manière ouverte dans la chambre de chauffe (3) et **en ce que**, dans la chambre de recuit (5), une surpression est maintenue par rapport à la chambre de chauffe (3), au minimum à 10 Pa et au maximum à 200 Pa, et **en ce que** la surpression entre la chambre de recuit (5) et la chambre de chauffe (3) est surveillée en continu pendant le procédé de recuit et, en cas de baisse de la surpression, en fonction de la chute d'une valeur seuil, un rinçage d'urgence est déclenché avec du gaz inerte pour rincer la chambre de recuit (5) sous le capot de protection (4) et la chambre de chauffe (3) sous la cloche chauffante (1).

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la chambre de recuit (5) et la chambre de chauffe (3) sont rincées chacune avec un débit de gaz inerte pendant le rinçage d'urgence, le rapport du débit de gaz inerte, avec lequel la chambre de chauffe (3) est rincée, au débit de gaz inerte, avec lequel la chambre de recuit (5) est rincée, étant supérieur à 25.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que de l'air de combustion supplémentaire est alimenté vers les brûleurs (2) pour brûler l'hydrogène s'échappant de la chambre de recuit (5) à travers le joint d'étanchéité dynamique dans la chambre de chauffe (3).

4. Procédé selon une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que les flammes du brûleur (2) sont dirigées dans la chambre de chauffe (3) de manière à produire un flux annulaire des gaz d'échappement dans le même sens dans la chambre de chauffe (3) sur toute sa hauteur.

5. Four à cloche pour recuit à haute température de bande métallique, de tôle ou de fil, en particulier de bande électrique à grains orientés sous la forme de bobines dans une chambre de recuit sous un gaz protecteur, respectivement dans une atmosphère inerte, dans un four à cloche selon une des revendications 1 à 4, comportant un foyer avec au moins un emplacement pour une charge sous la forme d'une bobine ou d'une pile de bobines, avec au moins un capot de protection (4), qui recouvre la charge et sous lequel est configurée la chambre de recuit (5), avec un joint d'étanchéité dynamique entre le capot de protection (4) et le foyer ainsi qu'avec une cloche chauffante (1) entourant le capot de protection (4) à une certaine distance et sous laquelle est formée une chambre de chauffe (3),
caractérisé en ce que,
la cloche chauffante (1) présente une pluralité de brûleurs (2) fonctionnant avec un combustible liquide ou gazeux, dont les flammes sont dirigées de manière ouverte dans la chambre de chauffe (3) et **en ce que** le four à cloche pour recuit présente un moyen de rinçage d'urgence pour rincer la chambre de recuit (5) sous le capot de protection (4) et la

chambre de chauffe (3) sous la cloche chauffante (1) avec du gaz inerte, une alimentation en gaz inerte (6) débouchant à chaque fois dans la chambre de recuit (5) et dans la chambre de chauffe (3).

6. Four à cloche pour recuit selon la revendication 5, **caractérisé par** au moins un groupe de brûleurs (2) disposés verticalement les uns au-dessus des autres (2).

7. Four à cloche pour recuit selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, sur les faces frontales de la cloche chauffante (1), se trouvent respectivment un groupe de brûleurs (2) disposés verticalement les uns au-dessus des autres, lequels sont dirigés les uns contre les autres dans la direction d'écoulement des gaz d'échappement de manière à produire un écoulement de gaz d'échappement dans le même sens dans la chambre de chauffe (3).

8. Four à cloche pour recuit selon une des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** les brûleurs (2) sont configurés sous la forme de brûleurs à grande vitesse.

Fig. 1

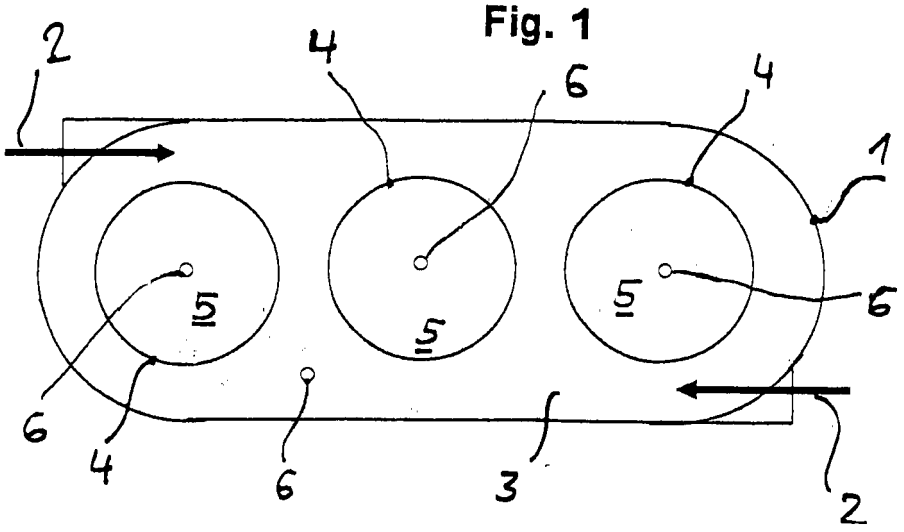


Fig. 2

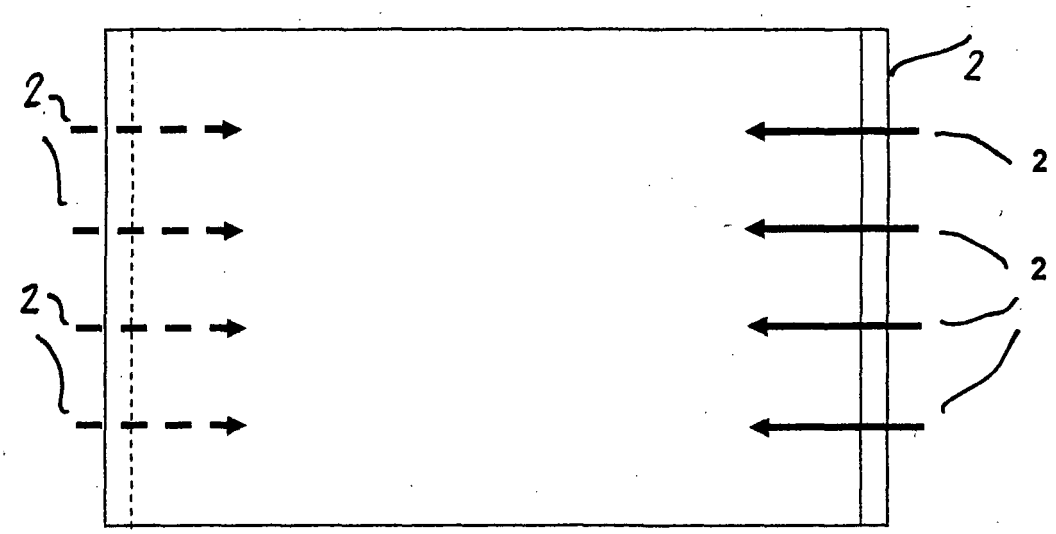
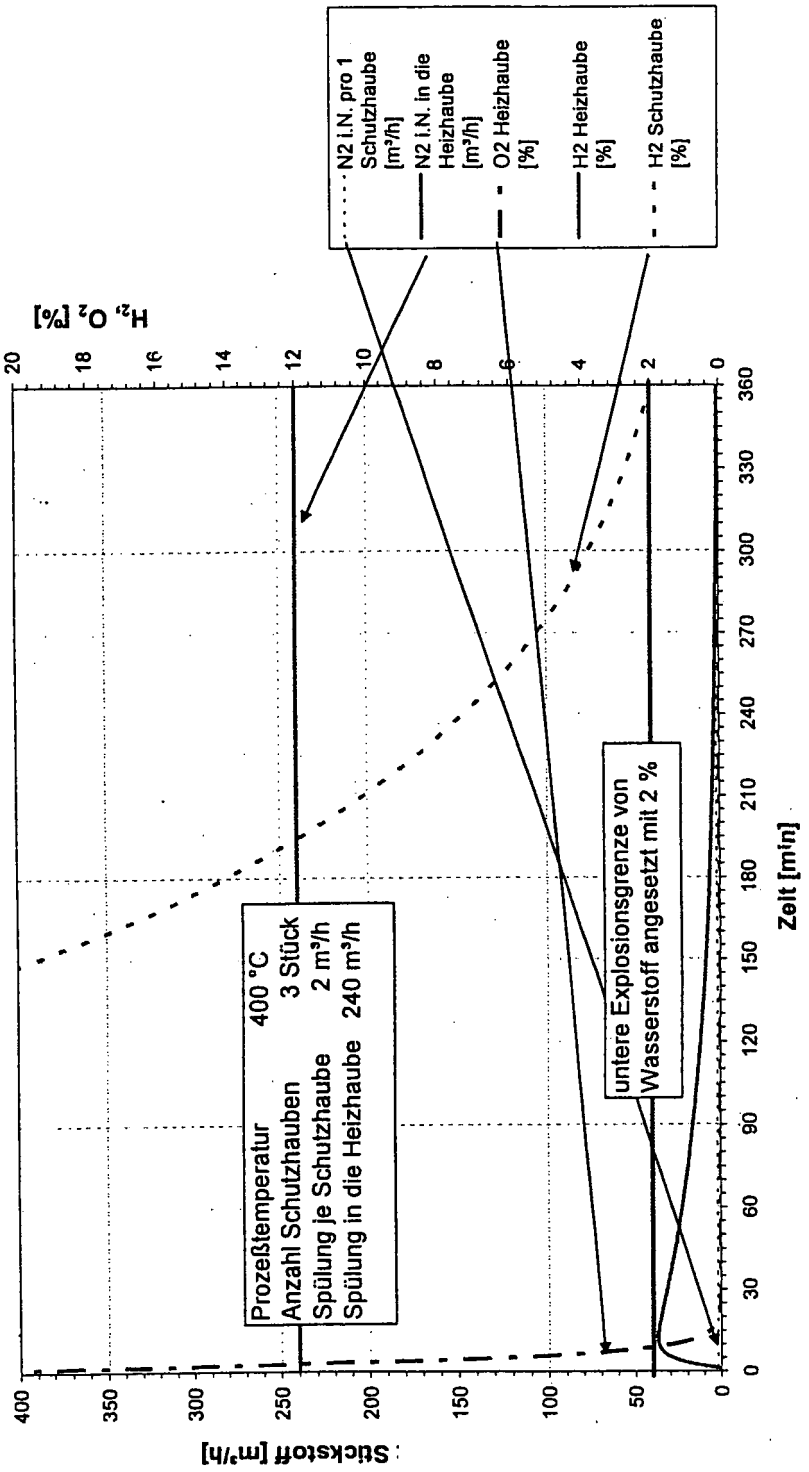


Fig. 3


N2 i.N. pro 1 Schutzhaube [m³/h]
N2 i.N. in die Heizhaube [m³/h]
O2 Heizhaube [%]
H2 Heizhaube [%]
H2 Schutzhaube [%]
H2, O2 [%]
Stickstoff [m³/h]
Zeit [min]
Prozeßtemperatur 400 °C
Anzahl Schutzhauben 3 Stück
Spülung je Schutzhaube 2 m³/h
Spülung in die Heizhaube 240 m³/h
untere Explosionsgrenze von Wasserstoff angesetzt mit 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

- WO 2006111246 A **[0005]**
- DD 261380 A **[0005]**
- DE 3720251 C **[0005]**