



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 483 596 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **14.09.94**

Int. Cl.⁵: **F27B 15/06**, C21D 1/773

Anmeldenummer: **91117616.2**

Anmeldetag: **16.10.91**

Vakuumofen zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke.

Priorität: **26.10.90 DE 4034085**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.92 Patentblatt 92/19

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
14.09.94 Patentblatt 94/37

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

Entgegenhaltungen:
DE-C- 3 736 502
DE-C- 3 910 234
FR-A- 2 436 350

Patentinhaber: **Degussa Aktiengesellschaft**
Weissfrauenstrasse 9
D-60311 Frankfurt (DE)

Erfinder: **Welzig, Gerhard**
Kasinostrasse 121
W-6100 Darmstadt (DE)
Erfinder: **Preisser, Friedrich, Dr.**
Am Hellerberg 4
W-6470 Büdingen (DE)

EP 0 483 596 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Vakuumofen zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke

- in einer mit Heizeinrichtungen ausgerüsteten Behandlungskammer, die thermisch isolierte Wände mit verschließbaren Gasaustrittsöffnungen besitzt und einen Nutzraum mit Mantel- und Stirnflächen enthält, der von parallel zur Hauptachse der Kammer ausgerichteten Gaszuführungsrohren umgeben ist, die im Bereich der Mantelflächen des Nutzraumes radial nach innen gerichtete Düsenbohrungen aufweisen,
- mit einem außerhalb der Behandlungskammer angeordneten Gebläse und einem Wärmetauscher, wobei die Druckseite des Gebläses über einen Gasverteilungsraum mit den Gaszuführungsrohren und der Ansaugstutzen des Gebläses während der Heizphase direkt mit der Behandlungskammer und während der Kühlphase mit dem Wärmetauscher verbunden sind.

In der DE-PS 28 39 807 wird ein gattungsgemäßer Vakuumofen beschrieben. Er besteht aus einem zylindrischen Druckgehäuse, in dem sich eine thermisch isolierte Behandlungskammer mit Heizeinrichtungen befindet.

Zur Wärmebehandlung werden die Werkstücke im Nutzraum der Behandlungskammer auf einem Chargenträger angeordnet und entweder unter Vakuum oder unter gleichzeitiger Umwälzung eines Arbeitsgases auf die Austenitisierungstemperatur aufgeheizt. Die Umwälzung des Arbeitsgases erfolgt dabei mittels eines außerhalb der Behandlungskammer angeordneten Gebläses, das das Gas aus der Behandlungskammer absaugt und über einen Gasverteilungsraum und davon ausgehende Gaszuführungsrohre unter Druck in die Behandlungskammer zurückbläst. Die Gaszuführungsrohre sind parallel zur Hauptachse der Behandlungskammer angeordnet und umgeben den Nutzraum mit den Werkstücken. Im Bereich des Nutzraumes weisen die Gaszuführungsrohre Düsenbohrungen zur Beblasung der Werkstücke mit dem Arbeitsgas auf.

Zur Kühlung oder Abschreckung der Werkstücke wird der Ansaugstutzen des Gebläses von der Behandlungskammer abgetrennt und mit dem außerhalb der Behandlungskammer liegenden Wärmetauscher verbunden. Gleichzeitig werden Gasaustrittsöffnungen in den thermisch isolierten Wänden der Behandlungskammer freigegeben, so daß das Arbeitsgas jetzt aus der Behandlungskammer austreten und nach Passieren des Wärmetauschers vom Gebläse als Kühlgas wieder in die Behandlungskammer geblasen werden kann.

Alternativ zu der in der DE-PS 28 39 807 beschriebenen radialen Beblasung sind auch einseitig axiale Beblasungen, einseitig axiale Beblasungen kombiniert mit radialer Beblasung (DE-PS 32 08 574) und allseitige Beblasungen der Werkstücke bekannt.

Solche gattungsgemäßen Vakuumöfen werden insbesondere für das Härten von Werkzeugen und Bauteilen aller Art aus verschiedenen Stahlsorten benutzt. Sie sind auch für andere Wärmebehandlungen wie z.B. Glühen und Löten einsetzbar.

Die Qualität der Wärmebehandlung hängt im wesentlichen von der Art des Kühlvorganges ab. Während der Kühlung der Werkstücke im Gasstrom muß eine größtmögliche Homogenität, d.h. eine möglichst geringe Temperaturdifferenz der Werkstücke untereinander, erreicht werden. Insbesondere bei großen Nutzraumabmessungen ist dies durch die bekannten Arten der Beblasung nicht mehr gewährleistet. Die Eigenschaften der wärmebehandelten Teile hängen mehr oder weniger stark von ihrer Positionierung im Nutzraum ab. Außerdem ist ein Einfluß der Bauteilformen und -größen auf das Behandlungsergebnis feststellbar.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung durch verbesserte Gasführung während des Abkühlprozesses die Gleichmäßigkeit des Behandlungsergebnisses für alle Teile einer Charge zu erhöhen und eine optimale Anpassung der Kühlung an unterschiedliche Bauteilformen und -größen zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

- daß in der Behandlungskammer senkrecht zur Hauptachse ein Zwischenboden mit zentraler Gasdurchtrittsöffnung eingezogen ist, der von der Behandlungskammer einen dem Gebläse und Gasverteilungsraum zugewandten Gasleitraum abtrennt,
- daß jedes Gaszuführungsrohr zwei zusätzliche radial nach innen gerichtete Gasaustrittsöffnungen aufweist, von denen eine im Bereich des Gasleitraumes und die zweite an dem dem Gasverteilungsraum abgewandten Ende des Gaszuführungsrohres außerhalb des Bereiches der Nutzraum-Mantelflächen angebracht ist,
- daß die beiden zusätzlichen Gasaustrittsöffnungen eines Gaszuführungsrohres durch Verschlußelemente geöffnet und geschlossen werden können,

- und daß die verschließbaren Gasaustrittsöffnungen sowohl in den Seitenwänden des Gasleitraumes als auch in der dem Gasverteilungsraum abgewandten Wand der Behandlungskammer angebracht sind.

In diesem erfindungsgemäßen Vakuumofen wird eine hohe Gleichmäßigkeit des Abkühlvorganges für
 5 alle Werkstücke einer Charge dadurch erzielt, daß die Werkstücke während der Kühlphase gleichzeitig radial und axial beblasen werden können. Dabei kann durch entsprechendes wechselweises Öffnen und Schließen der zwei Verschlußelemente für die Gasausströmöffnungen die Richtung der axialen Beblasung mehrmals während eines Kühlvorganges geändert werden.

Besonders vorteilhaft erweist es sich für den erfindungsgemäßen Vakuumofen, wenn die Gaszufüh-
 10 rungsrohre entsprechend der DE-PS 37 36 502 als Heizelemente ausgebildet werden.

Dazu werden die Rohre im Bereich des Nutzraumes aus Heizleitermaterial gefertigt und an externe Stromquellen angeschlossen. Die Heizrohre werden durch keramische Isolierstücke von den übrigen Rohrleitungsteilen galvanisch getrennt.

Das Problem der Anpassung der Kühlbedingungen an unterschiedliche Werkstückformen und -größen
 15 wird mit dem erfindungsgemäßen Vakuumofen in einfacher Weise dadurch gelöst, daß das Verhältnis des axialen zu radialem Volumenstrom auch noch während der Wärmebehandlung durch nur teilweises Öffnen und Schließen der Gasausströmöffnungen der Zuführungsrohre auf beliebige Werte eingestellt werden kann. Das wird vorteilhafterweise dadurch ermöglicht, daß die Verschlußelemente für die beiden Gasausströmöffnungen eines Zuführungsrohres gebildet werden durch zwei im Zuführungsrohr gleitende Rohrstück-
 20 ke, die durch ein starres Gestänge miteinander verbunden sind.

Bei geeigneter Wahl der Länge der Rohrstücke und ihres Abstands voneinander können die beiden Gasausströmöffnungen eines Zuführungsrohres wechselweise durch axiale Verschiebung der Verschlußan-
 ordnung zwischen zwei Endpositionen geöffnet und geschlossen werden. Dadurch ist es möglich, die Richtung der axialen Beblasung zu ändern. Je nach Richtung der axialen Beblasung gibt es zwei
 25 verschiedene Kühlphasen. In Kühlphase 1 erfolgt die axiale Beblasung vom Gasleitraum her durch die zentrale Gasaustrittsöffnung des Zwischenbodens hindurch. In Kühlphase 2 erfolgt die axiale Beblasung der Werkstücke in umgekehrter Richtung, wobei das Arbeitsgas dann durch die zentrale Gasdurchtrittsöffnung des Zwischenbodens aus dem Nutzraum abgesaugt wird. Der Zwischenboden sorgt in diesem Fall für eine optimale Gasströmung im Nutzraum, wodurch eine hervorragende Homogenität der Temperatur während
 30 des gesamten Kühlvorganges erreicht wird.

Darüberhinaus ermöglicht eine solche Verschlußanordnung bei geeigneter Dimensionierung von Rohr-
 stücklängen und Abstand die kontinuierliche Verstellung der axialen Volumenströme während des Betriebes und auch das gleichzeitige Verschließen beider Gasausströmöffnungen zur völligen Abschaltung der axialen Beblasung.

Die Verstellung der Verschlußanordnungen erfolgt vorteilhafterweise mit Verstelleinrichtungen, die die
 35 Rohre axial verschieben können.

Besonders günstig ist es, das an dem dem Gasverteilungsraum abgewandten Ende der Verschlußan-
 ordnung befindliche Rohrstück axial zu verschließen. Die Gaszuführungsrohre können dann an ihrem Ende offen bleiben. Durch diese Maßnahme übt das in die Zuführungsrohre gepreßte Arbeitsgas ständig eine
 40 axiale Kraft auf die Verschlußanordnungen und ihre Verstelleinrichtungen aus. Es ist möglich, die Verstelleinrichtungen so anzuordnen, daß diese axiale Kraft als Zugkraft wirksam wird. Die Verstelleinrichtungen können dann mit den Verschlußanordnungen durch einfache Seile oder Ketten verbunden werden. Gleiches gilt für die Verbindung der beiden Rohrstücke einer Verschlußanordnung untereinander. Eine knicksteife Auslegung dieser Verbindungen bis zu Arbeitstemperaturen von 1200° C ist in diesem Fall nicht mehr
 45 notwendig.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Vakuumofens werden die Verschlußelemen-
 te für die beiden Gasausströmöffnungen eines Zuführungsrohres gebildet durch ein im Zuführungsrohr gleitendes Schließrohr, das zwei zu den Gasausströmöffnungen korrespondierende Öffnungen aufweist und
 50 das zwischen diesen Öffnungen im Bereich der Düsenbohrungen des Zuführungsrohres ein axiales Langloch enthält, dessen Breite dem Durchmesser der Bohrungen entspricht.

Dieses Schließrohr wird im Gaszuführungsrohr so orientiert, daß das Langloch die Düsenbohrungen freigibt.

Wie bei der zuvor besprochenen Verschlußanordnung aus zwei Rohrstücken und einer Verbindungs-
 stange können mit diesem Schließrohr die beiden Gasausströmöffnungen der Gaszuführungsrohre durch
 55 axiale Verschiebung wechselweise geöffnet und geschlossen werden.

Der Volumenstrom der axialen Beblasung läßt sich auch in diesem Fall noch während des Betriebes des Ofens durch entsprechende Verschiebung des Schließrohres einstellen. Darüberhinaus ist es mit dem Schließrohr auch möglich, den radialen Volumenstrom zu verändern. Zu diesem Zweck sind vorzugsweise

die zu den Gasausströmöffnungen korrespondierenden Öffnungen der Schließrohre in einer Richtung tangential um die Breite des Langloches vergrößert.

Somit kann durch Drehung des Schließrohres um seine Achse der radiale Volumenstrom von seinem Maximalwert bis auf Null heruntergeregt werden.

5 Die Verstellung der Schließrohre erfolgt vorteilhafterweise mit Verstelleinrichtungen, die die Rohre sowohl axial verschieben als auch um ihre Längsachse um einen Winkel verdrehen können, der dem radialen Öffnungswinkel der Düsenbohrungen entspricht.

Auch bei diesen Schließrohren ist es günstig, sie an ihrem dem Gasverteilungsraum abgewandten Ende zu verschließen.

10 Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert:

Es zeigen

Fig. 1: Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Vakuumofen während der Heizphase.

Fig. 2: Längsschnitt des Vakuumofens während Kühlphase 2.

15 Fig. 3: Längsschnitt des Vakuumofens während Kühlphase 1.

Fig. 4: Gaszuführungsrohr und Verschlußanordnung in verschiedenen Stellungen.

Fig. 5: Gaszuführungsrohr und Schließrohr in verschiedenen Stellungen.

Figur 1 zeigt den Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Vakuumofen in vertikaler Aufstellung. In anderen Ausführungsformen sind auch horizontale Aufstellungen möglich.

20 Der Vakuumofen (1) besteht aus einem Druckzylinder (2), der oben und unten durch Klöpperböden verschlossen ist. Der untere Klöpperboden dient gleichzeitig als Tür (3) und kann zur Chargierung des Ofens abgesenkt werden.

Der Ofen (1) enthält eine Behandlungskammer (5, ein oberhalb der Kammer angeordnetes Gebläse (19) mit Gasverteilungsraum (21) und einen Wärmetauscher (26) zwischen der Oberkante der Behandlungskammer (5) und dem Gasverteilungsraum (21) zur Kühlung des Arbeitsgases während des Kühlvorganges. Der Ofen weist weiterhin diverse Schiebedurchführungen (17,18,40) in der Ofenwandung für die Betätigung von Verschlußklappen und Schiebern zur Steuerung der Gasströme auf. Die Hauptachse der Behandlungskammer fällt mit der Längsachse (4) des Ofens zusammen.

30 Die Behandlungskammer (5) wird von Seitenwänden (6), Bodenplatte (9) und Deckplatte (7) gebildet, die alle aus hochtemperaturbeständigem und thermisch isolierendem Material bestehen. Die Kammer (5) enthält einen für die Wärmebehandlung der Werkstücke nutzbaren Raum (27), der von gedachten Mantel (28)-und Stirnflächen (29) begrenzt wird, die parallel bzw. senkrecht zur Hauptachse (4) der Behandlungskammer (5) angeordnet sind.

Zur Optimierung der Strömungsverhältnisse in der Behandlungskammer (5) ist in die Kammer oberhalb des Nutzraumes (27) ein erfindungsgemäßer Zwischenboden (10) mit einer zentralen Gasdurchtrittsöffnung (11) senkrecht zur Hauptachse der Kammer eingezogen. Der Zwischenboden (10) trennt von der Behandlungskammer einen Gasleitraum (12) ab. Die Deckplatte (7) der Behandlungskammer ist auch gleichzeitig Deckplatte des Gasleitraumes (12) und besitzt eine zentrale Absaugöffnung (8), die mittels einer Schieberanordnung (22) an den Absaugstutzen (20) des Gebläses (19) angeschlossen werden kann. In den 40 Seitenwänden (6) der Behandlungskammer befinden sich erfindungsgemäß oberhalb des Zwischenbodens 4 Gasaustrittsöffnungen (13) und in der Bodenplatte eine zentral angeordnete Austrittsöffnung (15). Diese Gasaustrittsöffnungen können durch Klappen (14,16) verschlossen werden. Im geöffneten Zustand schaffen diese Gasaustrittsöffnungen wie in Figur 2 dargestellt eine Verbindung vom Gasleitraum (12) zum Wärmetauscher (26), bzw. wie in Figur 3 dargestellt vom Nutzraum (27) um die Behandlungskammer herum zum 45 Wärmetauscher.

Die Schieberanordnung (22) in der Absaugöffnung (8) der Deckplatte (7) der Behandlungskammer besteht, wie in DE-PS 39 10 234 beschrieben, aus zwei coaxialen Zylindern (23,24) und weist zwei Schaltstellungen I und II auf. In Stellung I ist der innere Zylinder (23) - wie schon beschrieben - mit dem Absaugstutzen (20) des Gebläses (19) verbunden, während er in Stellung II, wie in Fig. 2 und 3 gezeigt, gegen eine Prallplatte (25) gefahren ist, die sich in dem von der Behandlungskammer (5) abgetrennten Gasleitraum (12) befindet.

In dieser Schaltstellung der Schieberanordnung (22) ist somit die Absaugöffnung (8) in der Deckplatte (7) verschlossen und gleichzeitig der Absaugstutzen (20) des Gebläses mit dem zwischen Behandlungskammer (5) und Gasverteilungsraum (21) angeordneten Wärmetauscher (26) verbunden.

55 In Stellung I der Schieberanordnung preßt das Gebläse (19) das aus der Behandlungskammer (5) abgesaugte Arbeitsgas in den Gasverteilungsraum (21) und von dort in Gaszuführungsrohre (31), die parallel zur Hauptachse (4) in die Behandlungskammer (5) hineinreichen und zwischen der Mantelfläche (28) des Nutzraumes (27) und den Seitenwänden (6) der Kammer (5) bis nahe an die Bodenplatte (9)

herangeführt sind. Die Gaszuführungsrohre (31) umgeben den Nutzraum in einer regelmäßigen Anordnung.

Zur radialen Beblasung der im Nutzraum auf einem Chargenträger (30) angeordneten Werkstücke sind die Gaszuführungsrohre (31) im Bereich der Mantelfläche (28) des Nutzraumes (27) mit radial nach innen gerichteten Düsenbohrungen (32) versehen.

5 In der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung sind die Gaszuführungsrohre im Bereich des Nutzraumes gleichzeitig als Heizer ausgebildet. Dazu sind die Gaszuführungsrohre (31) in diesem Teil der Behandlungskammer aus Heizleitermaterial gefertigt und elektrisch gegenüber den restlichen Teilen der Zuführungsrohre unterhalb des Zwischenbodens durch Keramik-Rohrstücke (33) isoliert.

Die axiale Beblasung der Werkstücke wird erfindungsgemäß durch jeweils zwei zusätzliche radiale 10 Gasausströmöffnungen (34,35) in jedem Gaszuführungsrohr (31) realisiert. Die Ausströmöffnungen liegen jeweils ober- und unterhalb der Stirnflächen des Nutzraumes. Die oberen Ausströmöffnungen (35) sind dabei noch oberhalb des Zwischenbodens (10) im Gasleitraum (12) angeordnet, während die unteren Gasausströmöffnungen (34) der Zuführungsrohre auf Höhe des Chargenträgers (30) angebracht sind.

Mit den beschriebenen Gasausströmöffnungen (34,35) können die Werkstücke im Nutzraum (27) 15 abwechselnd axial beblasen werden. Hierzu werden die oberen und unteren Ausströmöffnungen wechselseitig durch Verschlußelemente (36,37) geöffnet und geschlossen. Das aus den Ausströmöffnungen austretende Arbeitsgas strömt zunächst ober- bzw. unterhalb der jeweils benachbarten Stirnfläche des Nutzraumes radial nach innen und wird dann von dem zur gegenüberliegenden Stirnfläche des Nutzraumes herrschenden Druckgefälle umgelenkt und bebläst die benachbarte Stirnfläche axial.

20 Damit der Chargenträger (30) die axiale Beblasung der unteren Stirnfläche nicht behindert, ist er gasdurchlässig aus radialen Speichen aufgebaut.

Die Verschlußanordnung für die Ausströmöffnungen (34,35) bestehen in dem vorliegenden Beispiel des erfindungsgemäßen Vakuumofens aus zwei in den Zuführungsrohren gleitenden Rohrstücken (36,37), die durch eine Stange (38) starr miteinander verbunden sind.

25 Die starre Verbindung (38) der beiden Rohrstücke ist bis in den Gasverteilungsraum (21) hinein verlängert, wo die Verschlußanordnungen aller Gaszuführungsrohre durch einen gemeinsamen Rahmen (39) miteinander verbunden sind. An diesem Rahmen (39) greifen Verchiebeeinrichtungen (40) zum Öffnen und Schließen der Gasausströmöffnungen an.

Fig. 4a) zeigt die Anordnung der Düsenbohrungen (32) und Gasausströmöffnungen (34,35) längs eines 30 Gaszuführungsrohres (31). Die Figuren 4b) bis 4d) zeigen einen Schnitt durch das Zuführungsrohr (31) mit der Verschlußanordnung bestehend aus den beiden Rohrstücken (36,37) und der Verbindungsstange (38) in drei verschiedenen Stellungen.

Die Länge der beiden Rohrstücke ist in dem vorliegenden Beispiel gleich dem doppelten Durchmesser der Gasausströmöffnungen (34,35) gewählt und ihr Abstand entspricht dem Abstand der Ausströmöffnungen 35 vermindert um deren Durchmesser.

Aus der folgenden Tabelle können die zu den drei Stellungen b, c und d) der Schließanordnung gehörigen Schließzustände der Öffnungen des Gaszuführungsrohres entnommen werden.

Tabelle 1

40

	obere Ausströmöffnung (35)	Düsenbohrungen (32)	untere Ausströmöffnung (34)
Stellung b	offen	offen	geschlossen
Stellung c	geschlossen	offen	geschlossen
45 Stellung d	geschlossen	offen	offen

Durch entsprechende Zwischenstellungen kann der aus den Gasausströmöffnungen austretende Volumenstrom auf benötigte Werte eingestellt werden.

50 In einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Vakuumofens sind die beiden separaten Rohrstücke (36,37) durch ein einziges, langes Schließrohr (41) ersetzt. Das Schließrohr besitzt zum Öffnen und Schließen der Gasausströmöffnungen (34,35) des Zuführungsrohres (31) Öffnungen (42,43), deren Abstand voneinander um das Doppelte des Durchmessers der Gasausströmöffnungen (34,35) kleiner als der Abstand der Gasausströmöffnungen ist. Zur Freigabe der Düsenbohrungen (32) des Zuführungsrohres 55 (31) weist das Schließrohr (41) zwischen den beiden Öffnungen (42,43) ein axiales Langloch (44) auf, dessen Breite dem Durchmesser der Düsenbohrungen entspricht und dessen Länge gleich dem Abstand der äußersten Düsenbohrungen zuzüglich des Durchmessers einer Düsenbohrung und des doppelten Durchmessers der Gasausströmöffnungen ist.

Figur 5 zeigt ein Gaszuführungsrohr (31) und ein dazugehöriges Schließrohr (41) in den zu Figur 4 entsprechenden Arbeitsstellungen, für die auch Tabelle 1 gilt.

Zur Regelung des radialen Volumenstromes sind die Öffnungen (42,43) des Schließrohres tangential um die Breite des Langloches (44) vergrößert. Durch axiale Drehung des Schließrohres können somit die Dusenbohrungen (32) ohne Beeinflussung der Gasausströmöffnungen verschlossen werden.

Die Wärmebehandlung der Werkstücke läuft in dem erfindungsgemäßen Vakuumofen in drei Phasen ab, nämlich Heizphase, Kühlphase 1 und Kühlphase 2.

Zur Chargierung des Ofens wird die Tür (3) mitsamt Chargenträger (30) und Bodenplatte (9) der Behandlungskammer (5) abgesenkt und der Chargenträger mit den Werkstücken beladen.

Nach Schließen der Ofentür wird der Ofen auf ca. 1 Pa evakuiert und anschließend mit Stickstoff geflutet. Danach beginnt die Heizphase.

Während der Heizphase ist der Absaugstutzen (20) des Gebläses (19) wie in Fig. 1 dargestellt mit der Behandlungskammer (5) verbunden, d.h. die Schieberanordnung (22) befindet sich in Schaltstellung I. Alle Gasaustrittsöffnungen (13,15) der Behandlungskammer sind geschlossen, ebenso wie die oberen Gasausströmöffnungen (35) im Gasleitraum (12).

Das Gebläse (19) wälzt das von den Heizrohren erhitzte Arbeitsgas über Gasverteilungsraum (21), Gaszuführungsrohre (31), Nutzraum (27) und Gasleitraum (12) im Ofen unter einem Druck von 0,2-0,3 MPa um. Die Strömungspfeile (45) in Figur 1 verdeutlichen den Weg des Arbeitsgases beim Heizen. Nach ca. 1 Stunde Heizzeit ist die Austenitisierungstemperatur der Werkstücke erreicht und die Kühlung kann eingeleitet werden.

Beim Kühlvorgang ist der Absaugstutzen (20) des Gebläses wie in den Figuren 2 und 3 gezeigt mit dem Wärmetauscher (26) verbunden, d.h. die Schieberanordnung (22) befindet sich in Schaltstellung II und verschließt damit die Absaugöffnung (8) in der Deckplatte (7) der Behandlungskammer.

Beim Abkühlen der Werkstücke wird abwechselnd zwischen Kühlphase 1 und Kühlphase 2 hin- und hergeschaltet. Während Kühlphase 2 sind, wie in Figur 2 gezeigt, die Gasaustrittsöffnungen (13) des Gasleitraumes geöffnet und die oberen Gasausströmöffnungen (35) der Gaszuführungsrohre (31) ebenso wie die Gasaustrittsöffnung (15) in der Bodenplatte (9) geschlossen.

Die Beblasung der Werkstücke unter einem Druck von 0,6-1 MPa erfolgt jetzt radial und gleichzeitig axial aus den unteren Gasausströmöffnungen (34) von unten nach oben.

Das Arbeitsgas verläßt die Behandlungskammer (5) durch die zentrale Gasdurchtrittsöffnung (11) des erfindungsgemäßen Zwischenbodens (10) und durch die Gasaustrittsöffnungen (13) des Gasleitraumes (12) und wird beim Vorbeiströmen am Wärmetauscher (26) gekühlt, bevor es vom Gebläse (19) angesaugt und erneut in die Behandlungskammer gepreßt wird (siehe Strömungspfeile (45) in Figur 2).

Während Kühlphase 1 sind, wie in Figur 3 gezeigt, die Gasaustrittsöffnungen (13) des Gasleitraumes (12) sowie die unteren Gasausströmöffnungen (34) der Zuführungsrohre (31) geschlossen, während die oberen Gasausströmöffnungen (35) der Zuführungsrohre ebenso wie die Gasaustrittsöffnung (15) in der Bodenplatte (9) der Behandlungskammer geöffnet sind. Die Werkstücke werden in dieser Kühlphase radial und gleichzeitig axial aus den oberen Gasausströmöffnungen von oben nach unten beblasen (siehe Strömungspfeile (45) in Figur 3).

Der gesamte Kühlvorgang dauert je nach Größe des Vakuumofens und je nach Werkstückart zwischen 30 und 60 Minuten. Während dieser Zeit wird mehrfach zwischen Kühlphase 1 und Kühlphase 2 hin- und hergeschaltet. Die Umschaltfrequenz liegt bei 1/min. Sie ist nach oben auf Werte von 2-3/min wegen der Trägheit der zu schaltenden Gasmassen begrenzt.

Ausschlaggebend für eine hervorragende Homogenität der Temperatur für alle Werkstücke im Nutzraum während des gesamten Kühlvorganges ist in dem erfindungsgemäßen Vakuumofen die gleichzeitige radiale und reversierbare axiale Beblasung der Werkstücke.

Durch den erfindungsgemäßen Zwischenboden wird die Gasströmung in der Behandlungskammer optimiert.

Versuche haben ergeben, daß das optimale Volumenstromverhältnis zwischen axialer und radialer Beblasung für viele Werkstückformen und -größen zwischen den Werten 20:80 bis 80:20 liegt. Das für die jeweilige Werkstückart optimale Verhältnis kann erfindungsgemäß noch während des Kühlvorganges durch nur teilweises Öffnen der Gasausströmöffnungen eingestellt werden.

Bezugsziffernliste

- 1 : Vakuumofen
- 2 : Druckgehäuse
- 3 : Klöpperboden, Ofentür

	4	: Längsachse des Ofens, Hauptachse der Behandlungskammer
	5	: Behandlungskammer
	6	: Seitenwand
	7	: Deckplatte
5	8	: Absaugöffnung
	9	: Bodenplatte
	10	: Zwischenboden
	11	: zentrale Gasdurchtrittsöffnung
	12	: Gasleitraum
10	13	: Gasaustrittsöffnung
	14	: Verschußklappe
	15	: Gasaustrittsöffnung
	16	: Verschußklappe
	17,18	: Verschiebeeinrichtung
15	19	: Gebläse
	20	: Ansaugstutzen
	21	: Gasverteilungsraum
	22	: Schieber
	23	: inneres Rohr
20	24	: äußeres Rohr
	25	: Prallplatte
	26	: Wärmetauscher
	27	: Nutzraum
	28	: Mantelfläche
25	29	: Stirnflächen
	30	: Chargenträger
	31	: Gaszuführungsrohr
	32	: Düsenbohrung
	33	: Isolierstück
30	34,35	: Gasausströmöffnung
	36,37	: Rohrstück
	38	: Gestänge
	39	: Rahmen
	40	: Verschiebeeinrichtung
35	41	: Schließrohr
	42,43	: Öffnungen
	44	: Langloch
	45	: Strömungspfeile

40 Patentansprüche

1. Vakuumofen (1) zur Wärmebehandlung metallischer Werkstücke

- in einer mit Heizeinrichtungen ausgerüsteten Behandlungskammer (5), die thermisch isolierte Wände (6,7,9) mit verschließbaren Gasaustrittsöffnungen (13,15) besitzt und einen Nutzraum (27) mit Mantel- und Stirnflächen (28,29) enthält, der von parallel zur Hauptachse der Kammer ausgerichteten Gaszuführungsrohren (31) umgeben ist, die im Bereich der Mantelflächen (28) des Nutzraumes radial nach innen gerichtete Düsenbohrungen (32) aufweisen,
 - mit einem außerhalb der Behandlungskammer (5) angeordneten Gebläse (19) und einem Wärmetauscher (26), wobei die Druckseite des Gebläses über einen Gasverteilungsraum (21) mit den Gaszuführungsrohren (31) und der Ansaugstutzen (20) des Gebläses während der Heizphase direkt mit der Behandlungskammer (5) und während der Kühlphase mit dem Wärmetauscher (26) verbunden sind,
- dadurch gekennzeichnet,
- daß in der Behandlungskammer (5) senkrecht zur Hauptachse (4) ein Zwischenboden (10) mit zentraler Gasdurchtrittsöffnung (11) eingebracht ist, der von der Behandlungskammer (5) einen dem Gebläse (19) und Gasverteilungsraum (21) zugewandten Gasleitraum (12) abtrennt,
 - daß jedes Gaszuführungsrohr (31) zwei zusätzliche radial nach innen gerichtete Gasausströmöffnungen (34,35) aufweist, von denen eine Öffnung (35) im Bereich des Gasleitraumes (12) und die

zweite (34) an dem dem Gasverteilungsraum (12) abgewandten Ende des Gaszuführungsrohres außerhalb des Bereiches der Nutzraum-Mantelflächen (28) angebracht ist,

- daß die beiden zusätzlichen Gasausströmöffnungen (34,35) eines Gaszuführungsrohres durch Verschußelemente (36,37) geöffnet und geschlossen werden können,
- und daß die verschließbaren Gasaustrittsöffnungen (13,15) sowohl in den Seitenwänden (6) des Gasleitraumes (12) als auch in der dem Gasverteilungsraum (21) abgewandten Wand (9) der Behandlungskammer (5) angebracht sind.

2. Vakuumofen nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Gaszuführungsrohre (31) gleichzeitig als Heizelemente ausgebildet sind.

3. Vakuumofen nach den Ansprüchen 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verschußelemente für die beiden Gasausströmöffnungen (34,35) eines Zuführungsrohres (31) gebildet werden durch zwei im Zuführungsrohr gleitende Rohrstücke (36,37), die durch ein starres Gestänge miteinander verbunden sind.

4. Vakuumofen nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die miteinander verbundenen Rohrstücke (36,37) mit Verstelleinrichtungen versehen sind, die die Rohrstücke (36,37) axial verschieben können.

5. Vakuumofen nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß das an dem dem Gasverteilungsraum (21) abgewandten Ende des Zuführungsrohres (31) befindliche Rohrstück (36) axial verschlossen ist.

6. Vakuumofen nach Ansprüchen 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Verschußelemente für die beiden Gasausströmöffnungen (34,35) eines Zuführungsrohres (31) gebildet werden durch ein im Zuführungsrohr (31) gleitendes Schließrohr (41), das zwei zu den Gasausströmöffnungen (34,35) korrespondierende Öffnungen (42,43) aufweist und das zwischen diesen Öffnungen im Bereich der Düsenbohrungen (32) des Zuführungsrohres (31) ein axiales Langloch (44) enthält, dessen Breite dem Durchmesser der Bohrungen (32) entspricht.

7. Vakuumofen nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die zu den Gasausströmöffnungen (34,35) korrespondierenden Öffnungen (42,43) der Schließrohre (41) in einer Richtung tangential um die Breite des Langlochs (44) vergrößert sind.

8. Vakuumofen nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schließrohre (41) mit Verstelleinrichtungen versehen sind, die die Rohre sowohl axial verschieben als auch um ihre Längsachse um einen Winkel verdrehen können, der dem radialen Öffnungswinkel der Düsenbohrungen (32) entspricht.

9. Vakuumofen nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schließrohre (41) an dem dem Gasverteilungsraum (21) abgewandten Ende verschlossen sind.

Claims

1. Vacuum furnace (1) for the heat treatment of metal workpieces

in a treatment chamber (5), which is equipped with heating devices, has thermally insulated walls (6, 7, 9) with closable gas outlet openings (13, 15) and contains a setting space (27) with lateral and end surfaces (28, 29), which is surrounded by gas supply pipes (31), which are aligned parallel to the principal axis of the chamber and have radially inwardly directed nozzle bores (32) in the region of the

lateral surfaces (28) of the setting space,

having a blower (19), which is disposed outside of the treatment chamber (5), and a heat exchanger (26), the delivery end of the blower being connected by a gas distribution chamber (21) to the gas supply pipes (31) and the suction connection (20) of the blower being connected during the heating phase directly to the treatment chamber (5) and during the cooling phase to the heat exchanger (26), characterized in that

an intermediate bottom (10) having a central gas through opening (11) is inserted in the treatment chamber (5) at right angles to the principal axis (4) and separates a gas-directing chamber (12) adjacent to the blower (19) and the gas distribution chamber (21) from the treatment chamber (5),

that each gas supply pipe (31) has two additional, radially inwardly directed gas discharge openings (34, 35), of which one opening (35) is provided in the region of the gas-directing chamber (12) and the second opening (34) is provided at the end of the gas supply pipe remote from the gas distribution chamber (12), outside of the region of the setting space lateral surfaces (28),

that the two additional gas discharge openings (34, 35) of a gas supply pipe may be opened and closed by means of closure elements (36, 37),

and that the closable gas outlet openings (13, 15) are provided both in the side walls (6) of the gas-directing chamber (12) and in the wall (9) of the treatment chamber (5) remote from the gas distribution chamber (21).

2. Vacuum furnace according to claim 1, characterized in that

the gas supply pipes (31) simultaneously take the form of heating elements.

3. Vacuum furnace according to claims 1 or 2, characterized in that

the closure elements for the two gas discharge openings (34, 35) of a supply pipe (31) are formed by two pipe pieces (36, 37), which slide in the supply pipe and are connected to one another by a rigid linkage.

4. Vacuum furnace according to claim 3, characterized in that

the interconnected pipe pieces (36, 37) are provided with adjusting devices which may axially displace the pipe pieces (36, 37).

5. Vacuum furnace according to claim 4, characterized in that

the pipe piece (36) situated at the end of the supply pipe (31) remote from the gas distribution chamber (21) is axially closed.

6. Vacuum furnace according to claims 1 or 2, characterized in that

the closure elements for the two gas discharge openings (34, 35) of a supply pipe (31) are formed by a closure pipe (41), which slides in the supply pipe (31), has two openings (42, 43) corresponding to the gas discharge openings (34, 35) and contains, between said openings, in the region of the nozzle bores (32) of the supply pipe (31) an axial oblong hole (44), whose width corresponds to the diameter of the bores (32).

7. Vacuum furnace according to claim 6, characterized in that

the openings (42, 43) of the closure pipes (41) corresponding to the gas discharge openings (34, 35) are enlarged in one direction tangentially by the width of the oblong hole (44).

8. Vacuum furnace according to claim 7, characterized in that

the closure pipes (41) are provided with adjusting devices, which may both displace the pipes axially and rotate them about their longitudinal axis through an angle which corresponds to the radial approach angle of the nozzle bores (32).

9. Vacuum furnace according to claim 8, characterized in that the closure pipes (41) are closed at the end remote from the gas distribution chamber (21).

5 Revendications

1. Four sous vide (1) pour le traitement thermique de pièces métalliques, qui possède dans une chambre de traitement (5) des parois thermiquement isolées (6, 7, 9), avec des orifices de sortie de gaz (13, 15) obturables et contient une chambre utile (27) avec des surfaces d'enveloppe et des faces frontales (28, 29), qui est entourée de tubes d'arrivée de gaz (31) dirigés parallèlement à l'axe principal de la chambre, qui présentent dans le domaine des surfaces d'enveloppe (28) de la chambre utile des trous de buse (32) dirigés radialement vers l'intérieur, avec un ventilateur (19) disposé à l'extérieur de la chambre de traitement (5) et un échangeur de chaleur (26), le côté de refoulement du ventilateur étant relié par une chambre de répartition de gaz (21) aux tubes d'arrivée de gaz (31) et la tubulure d'aspiration (20) du ventilateur pendant la phase de chauffage directement à la chambre de traitement (15) et pendant la phase de refroidissement à l'échangeur de chaleur (26), caractérisé en ce que
 - dans la chambre de traitement (5) perpendiculairement à l'axe principal, se trouve une plaque intermédiaire (10) avec un orifice central de passage (11) de gaz qui sépare de la chambre de traitement (5) une chambre d'introduction de gaz (12) dirigée vers le ventilateur (19) et la chambre de répartition de gaz (21),
 - chaque tube d'arrivée de gaz (31) présente deux orifices (34, 35) de sortie de gaz supplémentaires dirigés radialement vers l'intérieur, dont un orifice (35) est disposé dans le domaine de la chambre d'introduction de gaz (12) et le deuxième (34) est disposé à l'extrémité du tube d'arrivée de gaz opposée à la chambre de répartition de gaz (12) en dehors du domaine des surfaces enveloppe (28) de la chambre utile,
 - on peut ouvrir ou fermer les deux orifices supplémentaires (34, 35) d'un tube d'arrivée de gaz par des éléments d'obturation (36, 37),
 - et les orifices de sortie de gaz obturables (13, 15) sont disposés aussi bien dans les parois latérales (6) de la chambre d'introduction de gaz que dans la paroi (9) de la chambre de traitement (5) opposée à la chambre de répartition de gaz (21).
2. Four sous vide selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tubes d'arrivée de gaz (31) sont réalisés simultanément en élément chauffants.
3. Four sous vide selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les éléments d'obturation des deux orifices de sortie de gaz (34, 35) d'un tube d'arrivée de gaz (31) sont constitués par deux pièces de tube (36, 37) coulissant dans le tube d'arrivée, qui sont reliées par une tige rigide.
4. Four sous vide selon la revendication 3, caractérisé en ce que les pièces de tube (36, 37) reliées ensemble sont munies de dispositifs de réglage, qui peuvent déplacer axialement les pièces de tube (36, 37).
5. Four sous vide selon la revendication 4, caractérisé en ce que la pièce de tube (36) se trouvant à l'extrémité du tube d'arrivée (31) opposée à la chambre de répartition du gaz (21) est obturée axialement.
6. Four sous vide selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les éléments d'obturation des deux orifices de sortie de gaz (34, 35) d'un tube d'arrivée (31) sont formés par un tube d'obturation (41) coulissant dans le tube d'arrivée (31), qui présente deux orifices (42, 43) correspondant aux orifices de sortie de gaz (34, 35) et qui comprend entre ces orifices dans le domaine des trous de buse (32) du tube d'arrivée (31) un trou oblong (44) axial dont la largeur correspond au diamètre des trous (32).
7. Four sous vide selon la revendication 6, caractérisé en ce que les orifices (42, 43) des tubes d'obturation (41) correspondant aux orifices de sortie de gaz (34, 35) sont agrandis dans le sens tangentiel de la largeur du trou oblong (44).
8. Four sous vide selon la revendication 7, caractérisé en ce que les tubes d'obturation (41) sont équipés de dispositifs de déplacement, qui déplacent les tubes aussi bien axialement qu'en rotation autour de

leur axe longitudinal d'un angle qui correspond à l'angle d'ouverture radial des trous de buse (32).

9. Four sous vide selon la revendication 8, caractérisé en ce que les tubes d'obturation (41) sont fermés à l'extrémité opposée à la chambre de répartition de gaz (21).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

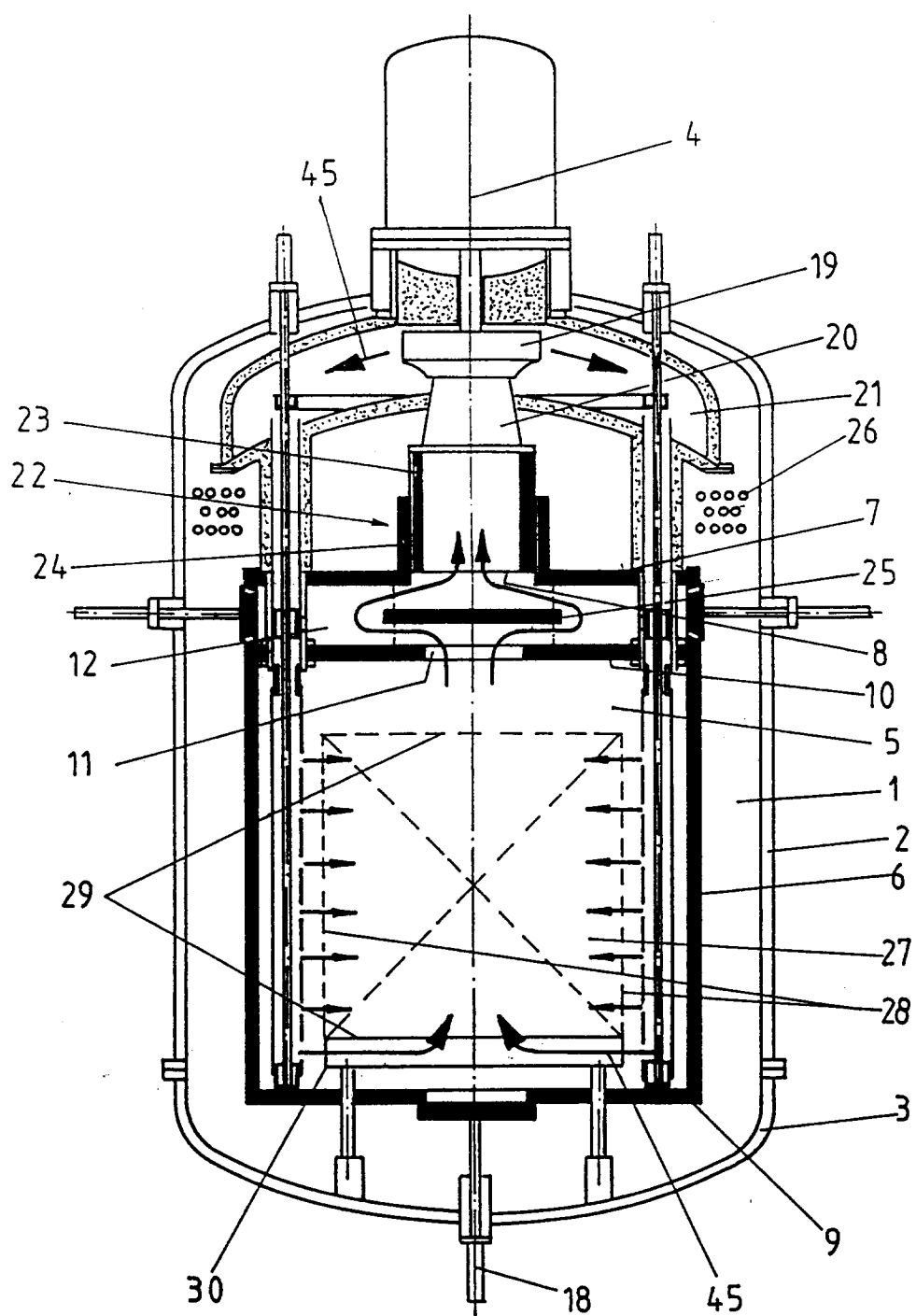


Fig. 1

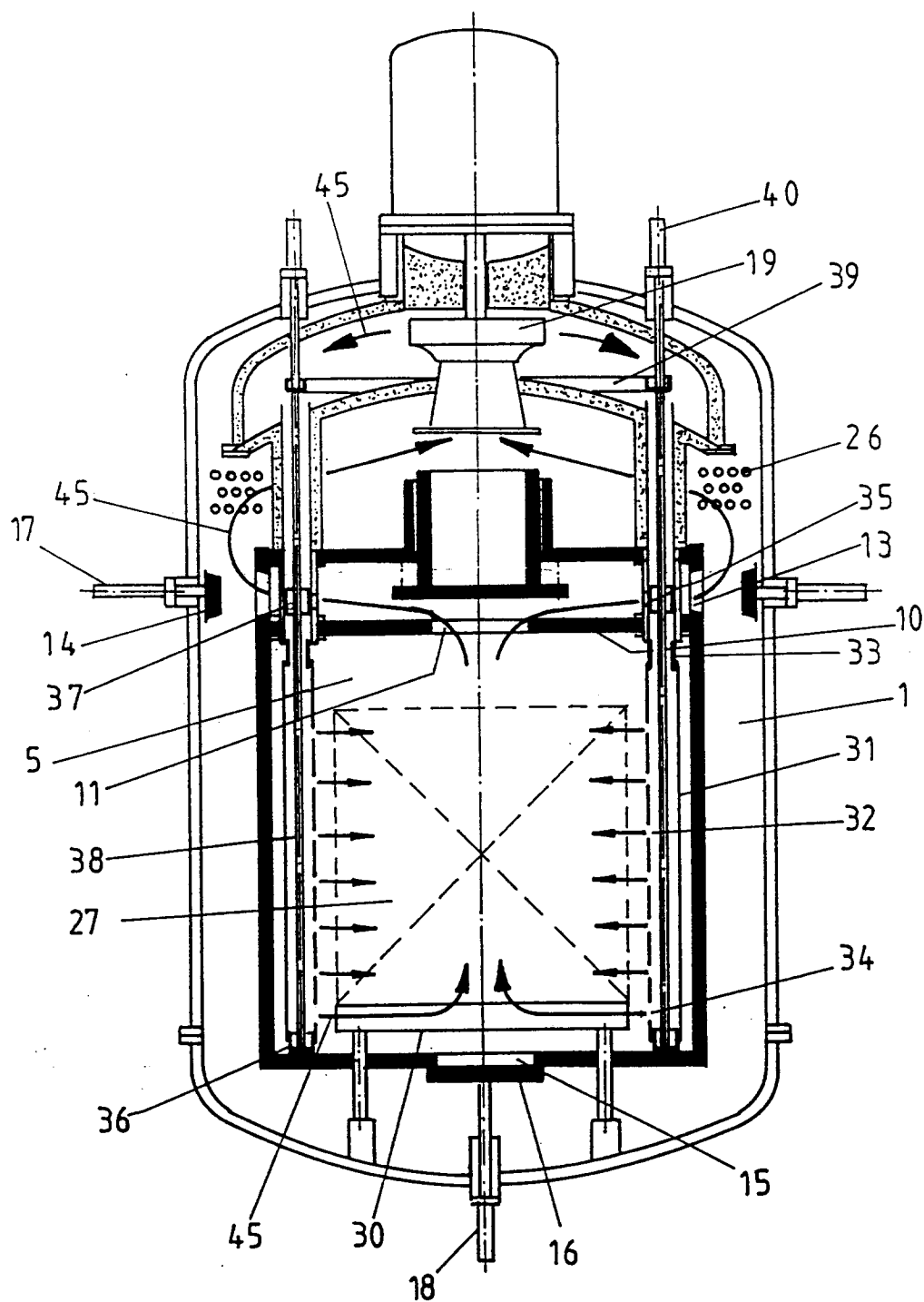


Fig.2

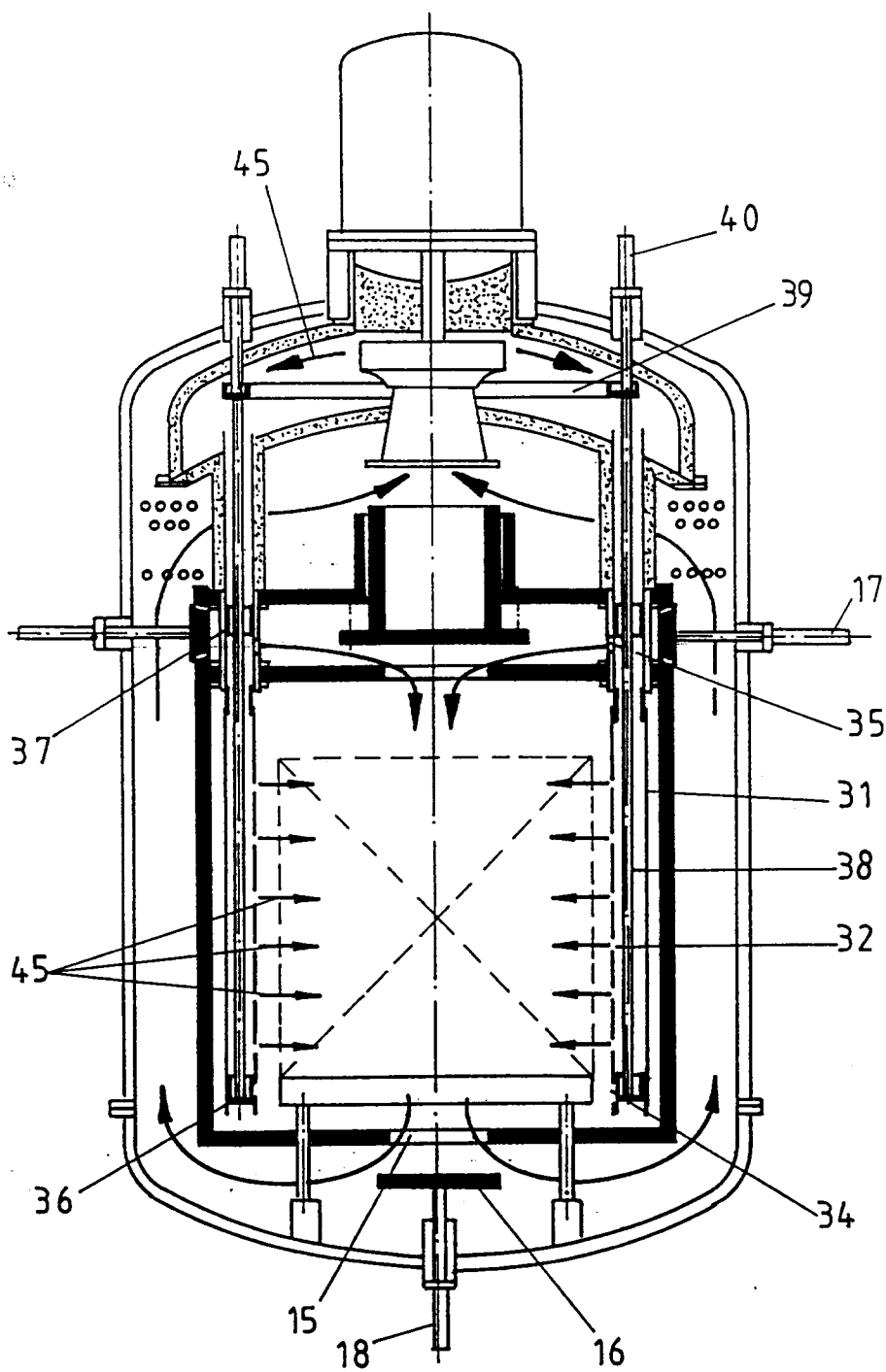


Fig.3

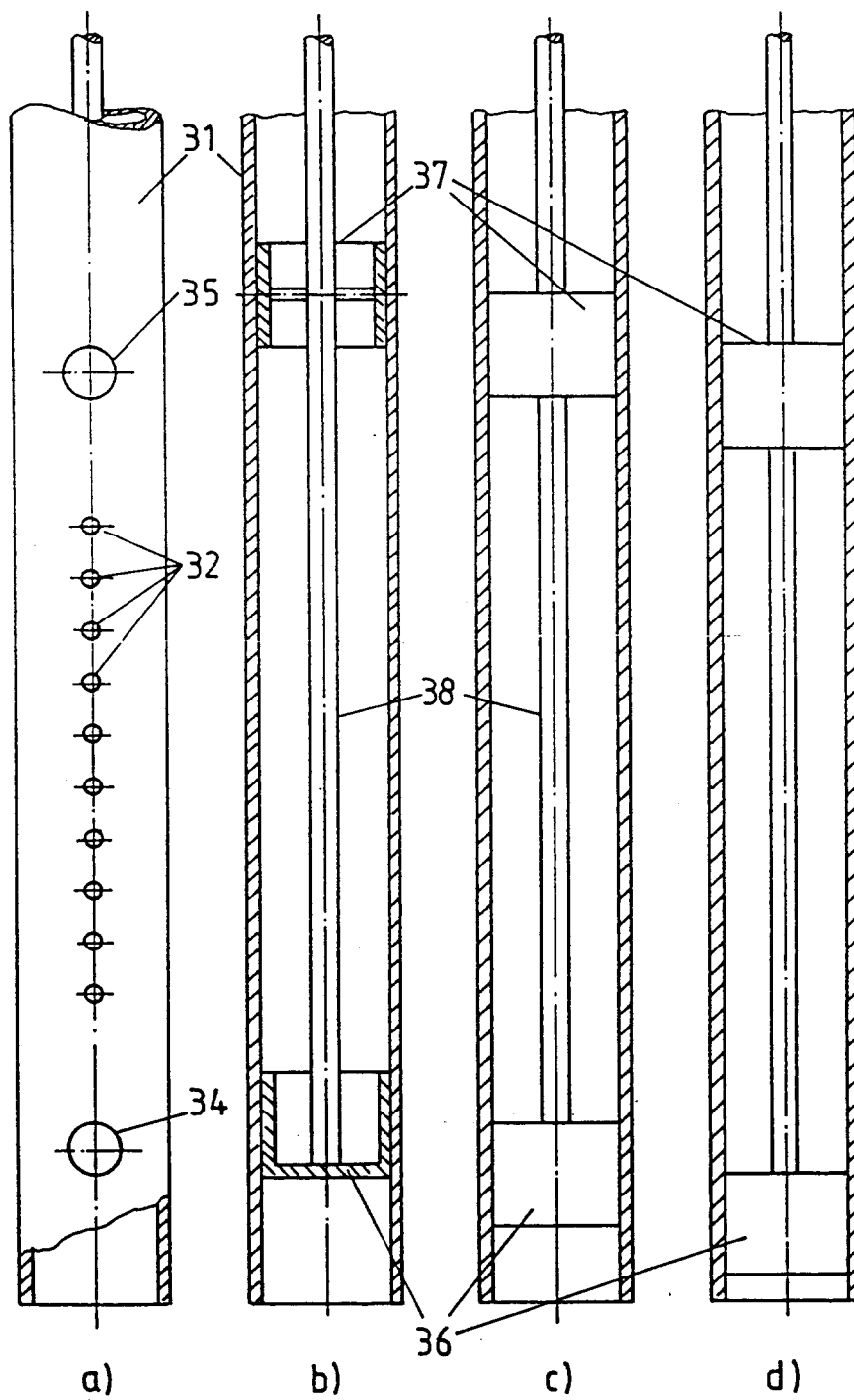


Fig. 4

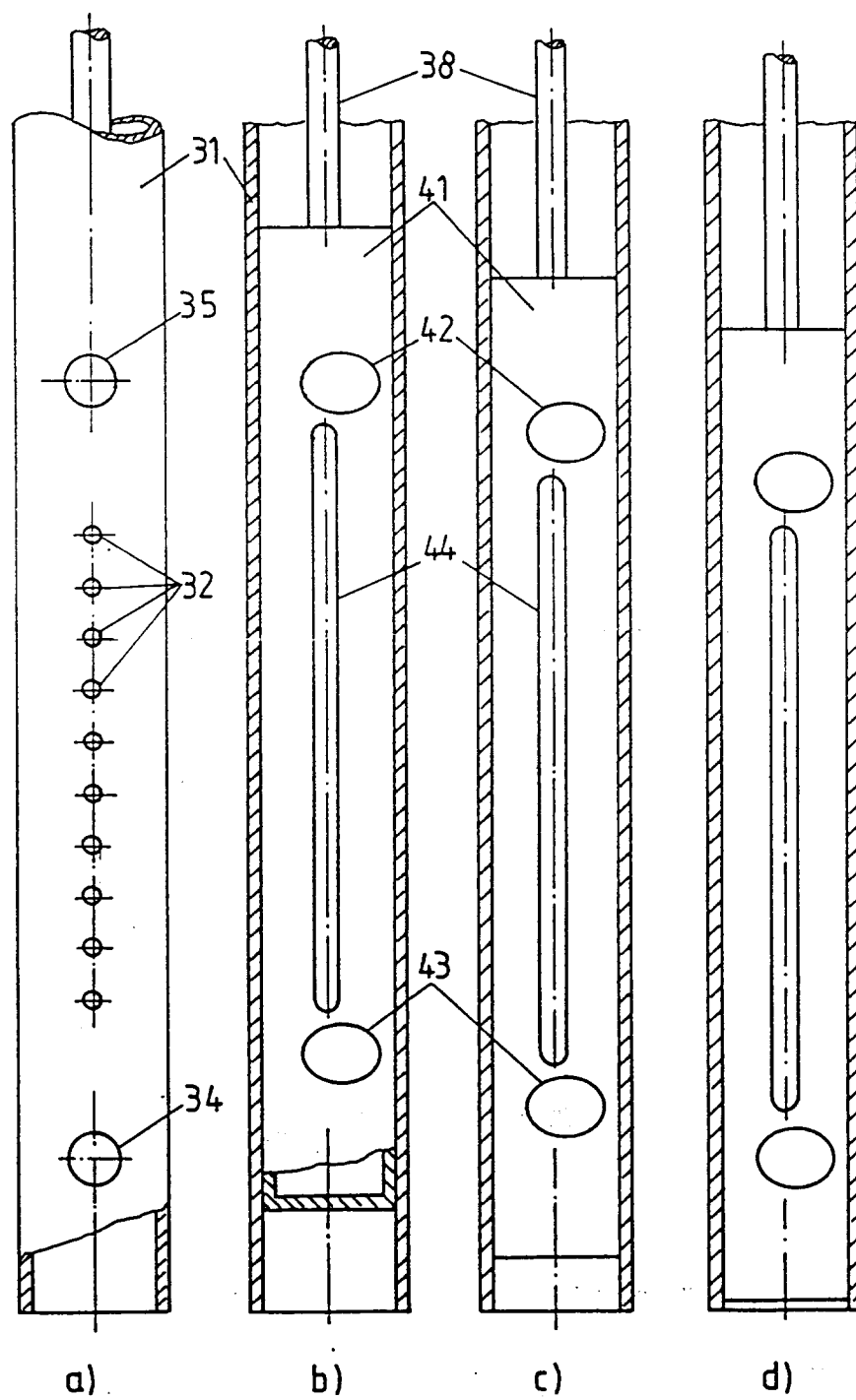


Fig. 5