



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: 84113445.5

 Int. Cl.⁴: **C 21 D 1/773**
C 21 D 9/00, F 27 B 5/04

 Anmeldetag: 07.11.84

 Priorität: 15.02.84 DE 3405244

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 21.08.85 Patentblatt 85/34

 Benannte Vertragsstaaten:
 AT FR GB IT SE

 Anmelder: Aichelin GmbH

D-7015 Korntal-Münchingen 1(DE)

 Erfinder: Wüning, Joachim, Dr.-Ing.
 Bergstrasse 20
 D-7250 Leonberg 7(DE)

 Erfinder: Neubauer, Wilhelm
 Rudolf Waisenhorngasse 114-116
 A-1238 Wien(AT)

 Vertreter: Rüger, Rudolf, Dr.-Ing. et al,
 Webergasse 3 Postfach 348
 D-7300 Esslingen/Neckar(DE)

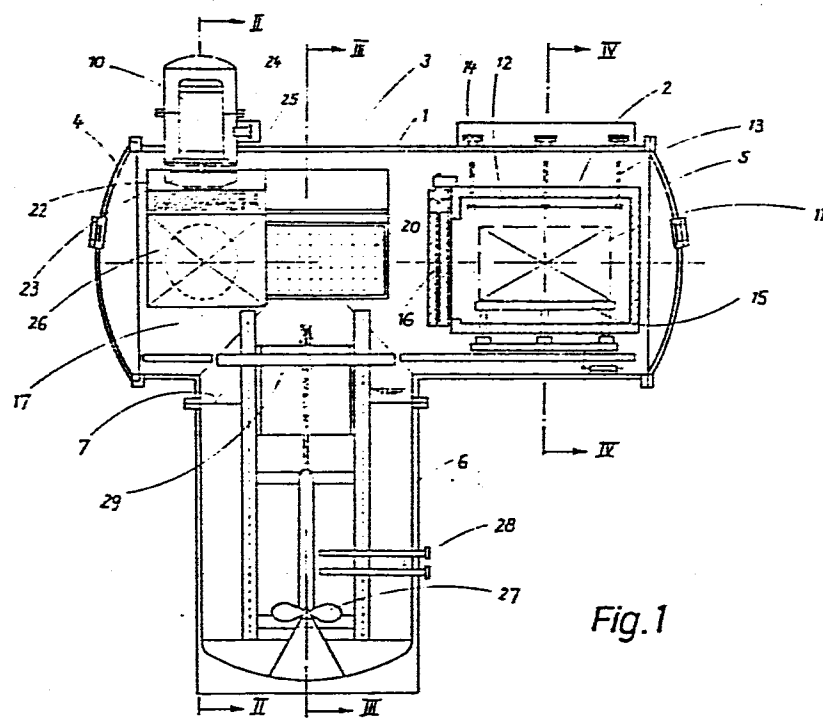
 Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werkstücke.

 Ein Industrieofen, insbesondere ein Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen (11,11a) metallischer Werkstücke, weist eine Heizkammer (2) und eine eine mit Kühlgas beaufschlagte Kühleinrichtung (17) enthaltende Kühlkammer (3) auf, in der eine wärmebehandelte Charge (11a) mit im Kreislauf über einen Wärmetauscher (25) geführtem Kühlgas angeströmt ist.

Um eine optimale Anpassung der Anströmverhältnisse der jeweiligen abzukühlenden Charge an die Gegebenheiten dieser Charge mit einfachen Mitteln zu ermöglichen, ist die Anordnung derart getroffen, daß die Kühleinrichtung (17) in der Kühlkammer (3) mündende, die Charge mit Kühlgas anblasende Düsen (35) aufweist, und daß die in der Kühlkammer (3) jeweils ortsfest angeordneten Düsen (35) unter Veränderung der Anblasverhältnisse der Charge wahlweise austauschbar angeordnet sind.

EP 0 151 700 A2

./...



- 1 -

Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen
zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werk-
stücke

- Die Erfindung betrifft einen Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werkstücke, mit einer Heizkammer und einer eine mit Kühlgas beaufschlagte
5 Kühleinrichtung enthaltenden Kühlkammer, in der eine wärmebehandelte Charge mit im Kreislauf über einen Wärmetauscher geführtem Kühlgas angeströmt ist, sowie gegebenenfalls mit einem Ölbad.
- 10 Solche Industrieöfen werden in großem Maße zum Härten von Stahlteilen, insbesondere aller Arten von Teilen aus Werkzeugstählen, sowie für verschiedene Kühlprozesse und andere Wärmebehandlungen von Metallteilen verwendet. Ein Beispiel für einen
15 solchen Industrieofen ist in der DE-OS 26 08 850 beschrieben.
- Dieser Dreikammer-Vakuumofen weist, von einem wasser-
gekühlten, doppelwandigen Gehäuse umgeben, eine
20 Heizkammer und zwei daran anschließende Kühlkammern auf, von denen eine eine mit Kühlgas wirkende Kühleinrichtung enthält, während die andere mit einem Abschreck-Ölbad arbeitet. Die Kühleinrichtung in der
erstgenannten Kühlkammer weist eine einen Ventilator
25 enthaltende Kühlgas-Umwälzeinrichtung auf, durch die das im Kreislauf über einen außerhalb des Gehäuses

angeordneten Wärmetauscher geführte Kühlgas, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Gasleitblechen, um die in der Kühlkammer befindliche wärmebehandelte Charge bewegt wird, um eine rasche Abkühlung der Charge zu erzielen. Die Gasumwälzung in der Kühlkammer bringt es mit sich, daß wegen der verhältnismäßig großen Gasdurchtrittsquerschnitte große Gas-
5 mengen transportiert werden müssen und zur Erzeugung der für die rasche Abkühlung der Charge erforderlichen hohen Geschwindigkeit des Kühlgases an der Charge bereits in der Zuleitung zwischen dem Ventilator und der Charge sowie in der Rückleitung von der Charge zu dem Wärmetauscher und dem Ventilator hohe Kühlgasgeschwindigkeiten aufrecht zu
10 erhalten sind, mit dem Ergebnis, daß in dem gesamten Kühlgaskreislauf beträchtliche Druckverluste in Kauf genommen werden müssen. Diese Druckverluste bedingen entweder einen erhöhten Leistungsbedarf des Ventilatorantriebs oder aber sie ergeben -
15 bei vorgegebenen Antriebsleistung des Ventilators - eine unerwünschte Reduzierung der im Bereiche der Charge herrschenden Kühlgasgeschwindigkeit.

Es ist bekannt, daß sich die an der Charge erforderliche Kühlgasgeschwindigkeit mit wesentlich
25 geringeren Kühlgasmengen erreichen läßt, wenn das Kühlgas über Düsen zur Wirkung kommt, die die Charge anblasende Kühlluftstrahlen erzeugen. Diese Gaskühlung über Düsen birgt aber die Gefahr ungleichmäßiger Abkühlsergebnisse innerhalb der
30 Charge in sich. Bei einem Einkammer-Vakuumofen mit Gaskühleinrichtung, wie in der AT-PS 370 869 beschrieben ist, wurde dem dadurch abzuhelpen

versucht, daß die Düsen in der Heizkammer auf parallel zur Ofenachse angeordneten, um ihre Achse drehbaren Gaszuführungsrohren befestigt sind. Die einen Enden der Gaszuführungssrohre
5 ragen dabei aus der Heizkammer heraus, wobei sie über flexible Schläuche mit einem feststehenden Gasversorgungssystem verbunden sowie an einen Antrieb für die Schwenkbewegung angeschlossen sind.

10

Abgesehen von dem beträchtlichen konstruktiven Aufwand, den die schwenkbar gelagerten Gaszuführungsrohre mit ihren zugeordneten flexiblen Anschlußeinrichtungen und ihren Antrieben erfordern, kann diese Düsen-Kühleinrichtung nur
15 in beschränktem Maße auf unterschiedliche Chargen eingestellt werden. Die Charge kann grundsätzlich lediglich von gegenüberliegenden Seiten her angeblasen werden, weil auf der
20 Oberseite der Heizkammer die Kühlgasversorgungs- und die Antriebseinrichtungen untergebracht sind. Die zur Erzielung einer optimalen Abkühlung erforderlichen Anblasverhältnisse sind aber, abhängig von der jeweiligen Form und Zusammen-
25 setzung der Charge, verschieden. Es macht einen Unterschied, ob eine Charge von zylindrischen, stehenden Teilen oder eine aus einem oder mehreren plattenförmigen Werkstücken bestehende Charge gekühlt werden muß.

30

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen Industrieofen, insbesondere einen Mehrkammer-

Vakuumofen mit einer eine Gas-Kühleinrichtung enthaltenden Kühlkammer zu schaffen, bei dem eine optimale Anpassung der Anströmverhältnisse der jeweiligen abzukühlenden Charge an die Ge-
5 gebenheiten dieser Charge mit einfachen Mitteln möglich ist, ohne daß dazu aufwendige, teure oder schwer zu bedienende Einrichtungen erforderlich wären.

- 10 Zur Lösung dieser Aufgabe ist der eingangs genannte Industrieofen erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung in der Kühlkammer mündende, die Charge mit Kühlgas anblasende Düsen aufweist und daß die in der
15 Kühlkammer jeweils ortsfest angeordneten Düsen unter Veränderung der Anblasverhältnisse der Charge wahlweise austauschbar angeordnet sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind
20 dabei die Düsen unter Veränderung der Düsenanordnung (Düsenbild) und/oder des Düsendurchmessers und/oder des Düsenabstandes gruppenweise austauschbar ausgebildet.

- 25 Der neue Industrieofen gestattet es, in der Kühlkammer durch entsprechende Auswahl der Düsenanordnung, -verteilung und anderen -charakteristiken an oder innerhalb der abzukühlenden Charge nur dort hohe Kühlgasgeschwindigkeiten zu erzeugen, wo maximale
30 Kühlwirkung benötigt wird.

In diesem Zusammenhang ist es zweckmäßig,

wenn der Abstand wenigstens einiger Düsen von der Charge einstellbar ist, wie es auch vorteilhaft ist, wenn wenigstens einige Düsen in einer Prallströmung und/oder eine Parallelströmung des Kühlgases an der Charge ergebenden Ausrichtung angeordnet sind. Bei gegebener Kühlgasumwälzleistung hängt nämlich die maximale Kühlgeschwindigkeit der Charge von den erzielten Wärmeübergangswerten ursächlich ab. Es ist bekannt, daß die Gasanströmung der Charge auf das Maß des Wärmeüberganges Kühlgas/Charge entscheidenden Einfluß hat, wobei bei Prallströmung höhere Wärmeübergangswerte erreicht werden als bei Parallelströmung, bei der das Kühlgas parallel zu der Werkstückoberfläche strömt. Weitere Parameter für den Wärmeübergang sind u.a. Düsenaustrittsgeschwindigkeit, Düsendurchmesser, Düsenabstand von der Charge, Abstand der Düsen untereinander, mittlere Kühlgastemperaturen und mittlere Chargentemperaturen.

Die Düsen sind mit Vorteil die Charge auf mehreren Seiten umgebend in der Kühlkammer angeordnet, wobei sich besonders einfache konstruktive Verhältnisse ergeben, wenn die Kühleinrichtung einen in der Kühlkammer angeordneten, mit Kühlgas beaufschlagten Düsenkasten aufweist, in den zumindest ein der Charge gegenüberliegend angeordnetes Düsenblech lösbar eingesetzt ist. Dazu kann der Düsenkasten Führungseinrichtungen aufweisen, in die das Düsenblech einschiebbar ist.

Durch einfaches Austauschen der Düsenbleche läßt

- sich die oben erläuterte Anpassung der Kühleinrichtung an die erwähnten Parameter für den Wärmeübergang in sehr einfacher Weise erzielen. Die einzelnen, gegeneinander austauschbaren
- 5 Düsenbleche können nicht nur unterschiedliche Düsenanordnungen (Düsenbilder) und Düsendurchmesser etc. haben, sondern es kann bspw. ein Düsenblech auch einen in das Innere der Kühl-
- 10 kammer vorspringenden oder aus diesem zurückspringenden Bereich aufweisen, um damit den Abstand zwischen den Düsen und der Charge entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten zu verändern.
- 15 In der Regel wird die wärmebehandelte Charge von mehreren Seiten von Düsen umgeben sein, wozu der Düsenkasten zweckmäßigerweise tunnelförmig ausgebildet und an seiner Innenwand durch Düsenbleche begrenzt ist. Wenigstens ein solches Düsenblech
- 20 kann auch durch ein gasundurchlässiges Blindblech ersetzt sein. Auf diese Weise läßt sich eine wirkungsvolle Prallströmung bei plattenförmigen Werkstücken erzielen, indem seitlich Düsenbleche und oberhalb der Charge ein Blindblech eingeschoben
- 25 werden, so daß das stehende Werkstück von allen Seiten optimal gekühlt werden kann. Bei einer Charge von zylindrischen stehenden Werkzeugen kann nur mittels einer Parallelströmung als Durchströmkühlung gearbeitet werden, weil wegen
- 30 der Werkstückform und der großen Zahl von Werkstücken eine Kühlung mittels Prallkühlung nicht möglich ist. Für diese Durchströmkühlung werden ein Düsenblech oberhalb und Blindbleche an den

beiden Seiten der Charge eingeschoben. Der
Düsenabstand von der Charge kann dann auf
jeder Seite durch bereits erwähnte Düsenbleche
mit einem in das Innere der Kühlkammer vor-
5 springenden oder aus diesen zurückspringenden
Bereich optimiert werden.

Um die erwähnte Anordnung der Düsenbleche ein-
fach ausführen zu können, ist es vorteilhaft,
10 wenn der Düsenkasten auf wenigstens drei Innen-
seiten durch Düsenbleche begrenzt ist, von denen
zwei einander gegenüberliegend und das dritte
Düsenblech zwischen den beiden anderen Düsen-
blechen angeordnet sind.

15 In der Kühlkammer kann darüber hinaus eine die
Charge aufnehmende Hub- oder Senkeinrichtung
vorgesehen sein, durch die die Charge in einem
vorbestimmten Abstand zu wenigstens einem Teil
20 der Düsenmündungen bringbar ist.

Der Düsenkasten selbst ist zweckmäßigerweise mit
der Druckseite zumindest eines Ventilators einer
den Wärmetauscher enthaltenden Gasumwälzeinrichtung
25 verbunden. Wenn die Kühlkammer mit der Heizkammer
in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet ist, kann
der Ventilator bzw. können die Ventilatoren an
dem Gehäuse radial am vorderen Bereich der Kühl-
kammer angeordnet sein.

30 Dadurch, daß in dem Düsenkasten die Düsenbleche
gleichmäßig mit Kühlgas beaufschlagt sind, ist
eine gleiche Austrittsgeschwindigkeit an allen
Düsen des jeweiligen Düsenbleches, und somit

eine gleichmäßige Kühlwirkung an der gesamten beaufschlagten Chargenfläche gewährleistet. Eine solche gleichmäßige Kühlwirkung ist zur Erzielung eines gewünschten Gefügezustandes
5 in der abzukühlenden Charge von Wichtigkeit.

Die Kühleinrichtung ist bei dem neuen Industrieofen nicht in der Heizkammer, sondern in einer eigenen Kühlkammer angeordnet. Durch die in der
10 Kühlkammer gegebene kalte Chargenumgebung wird nicht nur die konvektive Wärmeabgabe der Charge auf das Kühlgas ausgenutzt, sondern auch die Wärmeabfuhr durch Strahlung, die besonders im oberen Temperaturbereich mithilft, die Kühlwirkung
15 zu erhöhen. Gegenüber Einkammer-Vakuumöfen besteht der Vorteil, daß die Heizkammer, die Heizelemente und der Chargenherd nach der Wärmebehandlung im kritischen Abkühlbereich nicht gemeinsam mit der Charge abgekühlt werden müssen, so daß die an
20 der Charge erzielte Kühleistung nicht durch das Abführen der Speicherwärme der Heizkammereinrichtung geschmälert wird. Die von der Heizkammer getrennte Kühlkammer ermöglicht die erläuterte Anpaßbarkeit der Düsen-Kühleinrichtung an die Gegebenheiten der
25 jeweiligen Charge, während andererseits die Heizkammer ohne Rücksicht auf die nach der Wärmebehandlung erforderliche Abkühlung der Charge, auf optimale Heizverhältnisse ausgelegt werden kann.

30

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Doppelkammer-Vakuumofen gemäß der Erfindung, im axialen Schnitt, in einer Seitenansicht,
- 5 Fig. 2 den Doppelkammer-Vakuumofen nach Fig. 1, geschnitten längs der Linie II-II der Fig. 1, in einer Seitenansicht,
- 10 Fig. 3 den Doppelkammer-Vakuumofen nach Fig. 1, geschnitten längs der Linie III-III der Fig. 1, in einer Seitenansicht,
- 15 Fig. 4 den Doppelkammer-Vakuumofen nach Fig. 1, geschnitten längs der Linie IV-IV der Fig. 1, in einer Seitenansicht,
- 20 Fig. 5 den Düsenkasten des Doppelkammer-Vakuumofens nach Fig. 3, in einer schematischen Seitenansicht, im Querschnitt, in einem anderen Maßstab, unter Veranschaulichung einer bestimmten Charge und einer bestimmten Düsenanordnung,
- 25 Fig. 6 das an der oberhalb der Charge angeordnete Düsenblech der Anordnung nach Fig. 5, in einer Draufsicht,
- 30 Fig. 7 den Düsenkasten nach Fig. 5, mit einer anderen Anordnung der Düsenbleche, in einer entsprechenden Darstellung,
- Fig. 8 ein oberhalb der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 7, in einer Draufsicht,

Fig. 9 den Düsenkasten nach Fig. 7, in einer entsprechenden Darstellung,

5 Fig.10 einseitlich der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 9, in einer Draufsicht,

10 Fig.11 den Düsenkasten nach Fig. 5, mit einer anderen Anordnung der Düsenbleche, in einer entsprechenden Darstellung,

Fig.12 ein oberhalb der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 11, in einer Draufsicht,

15 Fig.13 den Düsenkasten nach Fig. 5, beschickt mit einer anderen Charge, in einer entsprechenden Darstellung,

20 Fig.14 einseitlich der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 13, in einer Draufsicht,

25 Fig.15 den Düsenkasten nach Fig. 5, beschickt mit einer anderen Charge, in einer entsprechenden Darstellung,

30 Fig.16 ein seitlich der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 15, in einer Draufsicht,

Fig.17 den Düsenkasten nach Fig. 5, mit einer anderen Anordnung der Düsenbleche, in einer entsprechenden Darstellung, und

Fig. 18 das oberhalb der Charge angeordnete
Düsenblech der Anordnung nach Fig.17
in einer Draufsicht.

Der in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Doppelkammer-
Vakuumofen weist ein doppelwandiges, wassergekühltes
Gehäuse 1 auf, in dessen hinterem Teil eine Heiz-
kammer 2 und in dessen vorderem Teil eine Kühlkammer
5 3 untergebracht sind. Das im wesentlichen zylindrische
Gehäuse 1 ist auf der Vorderseite durch eine zum Be-
schicken und Entladen des Ofens dienende, schwenk-
oder schiebbare, wassergekühlte Doppelmanteltür 4
verschlossen. Auf seiner Rückseite ist in dem Be-
10 reich hinter der Heizkammer 2 eine doppelwandige
Schwenktür 5 vorgesehen, die eine für Montagezwecke
vorhandene Gehäuseöffnung abschließt. An das Ge-
häuse 1 schließt sich unterhalb der Kühlkammer 3
ein doppelwandiger, wassergekühlter Behälter 6 an,
15 der an das Gehäuse 1 angeflanscht ist und in dem
sich ein Ölbad befindet, dessen Spiegel bei 7 an-
gedeutet ist.

In dem vorderen Teil der Kühlkammer 3 trägt das
20 Gehäuse 1 drei in der aus Fig. 2 ersichtlichen
Weise rings um seinen Umfang verteilte, radial
abstehende Flansche 8, auf die doppelwandige, wasser-
gekühlte Hauben 9 aufgesetzt sind, von denen jede
ein Ventilator-Antriebsaggregat 10 abdeckt.

25 Die im Querschnitt im wesentlichen rechteckige
Heizkammer 2 ist in Stahlbau-Leichtbauweise
aufgebaut und mit einer mehrlagigen Isolierung
aus hochwertigen keramischen Fasermaterial und
30 reinstem Graphit-Filz ausgekleidet. Beidseitig
und oberhalb der bei 11 angedeuteten Charge

sind großflächige Graphit-Heizelemente 12 angeordnet. Diese Rundumanordnung der Graphit-Heizelemente 12 sorgt für ein rasches und gleichmäßiges Aufheizen der Charge 11. Die Stromzuführung der Graphit-Heizelemente 11 erfolgt über Heizelementanschlußbolzen 13 und jeweils einen Heizelementanschlußflansch 14.

Die Charge 11 liegt in der Heizkammer 2 auf einem Herd 15, der für Transportzwecke heb- und senkbar ausgeführt ist. Die an die Kühlkammer 3 angrenzende Stirnwand der Heizkammer 2 ist mit einer horizontal verfahrbaren Heizkammertür 16 verschlossen.

Im übrigen ist die Heizkammer 2 für geringstmögliche Speicherwärme und für die Wärmebehandlung nach einem vorgewählten Temperaturprogramm optimal ausgelegt. Im Vergleich zu Einkammer-Öfen muß dabei weder auf Kühlgasführung und Kühlgasgeschwindigkeit noch auf andere Parameter für die Wärmeableitung von der Charge Rücksicht genommen werden.

Die etwa koaxial zu der Heizkammer 2 angeordnete Kühlkammer 3 enthält eine Kühleinrichtung 17, die einen Düsenkasten 18 aufweist, der mit im wesentlichen U-förmigem Querschnitt tunnelförmig ausgebildet ist und eine abzukühlende, wärmebehandelte Charge 11a in der insbesondere aus Fig. 3 ersichtlichen Weise oben und auf den beiden Seiten abdeckt. Der Düsenkasten 18 trägt

auf den zu der Charge 11a hinweisenden offenen Innenseiten paarweise einander zugeordnete Seitenführungsnuten 19, in die Düsenbleche 20, 20a oder Blindbleche 21 wahlweise austauschbar
5 eingeschoben sind, wie dies anhand der Fig. 5 bis 18 noch erläutert werden wird.

An seiner vorderen Stirnseite ist der Düsenkasten 18 mit drei Ventilatorgehäusen 22
10 unmittelbar verbunden, von denen jedes ein Hochleistungslüfterrad 23 enthält, das unmittelbar auf dem Wellenstummel des zugeordneten Antriebsmotors 10 sitzt, dessen vakuumdichte Stromdurchführungen bei 24 angedeutet sind. Der Ansaug-
15 Öffnung jedes Ventilatorgehäuses 22 sind je zwei Wärmetauscher 25 seitlich vorgelagert, die über vakuumdichte Zu- und Ableitungs-Durchführungen mit Kühlwasser versorgt werden und denen jeweils Gasführungsbleche 26 zugeordnet sind.

20 Bei der dargestellten Ausführungsform sind drei Ventilatorgehäuse 22 und drei zugeordnete Ventilatoreinheiten 10, 23 vorgesehen. Es sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen lediglich
25 zwei Ventilator-Gehäuse 22 oder auch ein einziges Ventilatorgehäuse 22 vorhanden sind bzw. ist.

Das in dem Behälter 6 enthaltene Ölbad kann durch einen hydraulischen Ölumwälzer 27 gleich-
30 mäßig und kräftig umgewälzt werden, wobei die Drehzahl des Ölumwälzers 27 bedarfsgemäß einregelbar ist. Eine Ölbadheizung 28 gestattet

es, das Vakuum-Abschrecköl auf die jeweils gewünschte Temperatur zu bringen und auf dieser Temperatur zu halten.

5 In dem Behälter 6 ist eine Hub- und Senkbühne 29
angeordnet, die es gestattet, eine aus der Heiz-
kammer 2 kommende wärmebehandelte Charge 11a in
der Kühlkammer 3 auf eine bestimmte Höhe bezüglich
10 des Düsenkastens 18 zu bringen - wie dies im ein-
zelnen noch erläutert werden wird - oder die Charge
11a in das in dem Behälter 6 enthaltene Abschreck-
öl zu tauchen.

Bei einer Ausbildung des Doppelkammer-Vakuumofens
15 ohne Ölbadabschreckung entfällt der Behälter 6
mit dem darin enthaltenen Ölbad.

Bei geöffneter Tür 4 kann der Doppelkammer-Vakuum-
ofen von Hand oder automatisch chargiert werden,
20 wobei die Charge 11 selbsttätig in die geöffnete
Heizkammer 2 gefahren wird. Sodann werden die
Heizkammertür 16 und die die Beschickungsöffnung
verschließende Tür 4 geschlossen, worauf der
Vakuumofen evakuiert wird. Die Charge 11 wird
25 in der Heizkammer 2 sodann nach einem vorgewählten
Temperaturprogramm wärmebehandelt. Am Ende des
Heizzyklus wird der Vakuumofen mit Inertgas unter
einem Druck von maximal 6 bar abs. wiederbegast.
Die Ventilatorantriebsmotoren 10 werden einge-
30 schaltet. Die Heizelemente 12 werden abgeschaltet
und die Charge 11 wird in die Kühlkammer 3 ge-
fahren, wo sie die Stelle der Charge 11a ein-
nimmt und mit Kühlgas abgeschreckt wird.

Durch entsprechende Betätigung der Hub- und Senkbühne 29 kann dabei die Charge in der Kühlkammer 3 bedarfsgemäß an das obenliegende Düsenblech 20 des Düsenkastens 18 herangefahren werden.

5

Soll die Charge 11 nach der Wärmebehandlung in der Heizkammer 2 in Öl abgeschreckt werden, so wird sie nach dem Ausfahren aus der Heizkammer 2 mittels der Hub- und Senkbühne 29 in das Ölbad abgesenkt. Nach Bedarf kann vor der Ölabschreckung kurz mit Inertgas vorgekühlt werden. Der Doppelkammer-Vakuumofen ist automatisch gesteuert; der komplette Wärmebehandlungszyklus kann vorgewählt werden.

15

Der Düsenkasten 18 ist so ausgebildet, daß in ihm nur geringe Gasgeschwindigkeiten auftreten, die einerseits nur kleine Strömungsverluste verursachen und andererseits an den Düsen der Düsenbleche 20, 20a gleiche Druckverhältnisse schaffen, die zu gleichen Düsenaustrittsgeschwindigkeiten führen, welche die Voraussetzung für eine gleichmäßige Abkühlung der Charge 11a sind.

20

Da die Düsenbleche 20, 20a in dem Düsenkasten 18 austauschbar und gegebenenfalls durch Blindbleche 21 ersetzbar angeordnet sind, können die Abschreckverhältnisse in der Kühlkammer 3 optimal an die Form und Zusammensetzung jeder Charge 11a angepaßt werden. Dies ist beispielhaft in den Fig. 5 bis 18 veranschaulicht:

30

Bei der Anordnung nach Fig. 5 besteht die

abzuschreckende Charge 11a aus einer Anzahl schlanker, zylindrischer Werkzeuge, bspw. Spiralbohrer oder Fräser, mit 45 mm Durchmesser x 300 mm. Um den Verzug bei der Wärmebehandlung und der Abschreckung gering zu halten, werden die mit 30 bezeichneten zylindrischen Werkstücke stehend chargiert, wobei sie auf der Chargengrundfläche gleichmäßig verteilt sind. Die Chargengrundfläche entspricht der rechteckigen Umrißfläche des in Fig. 6 dargestellten Düsenbleches 20.

Zur gleichmäßigen und intensiven Gasabschreckung ist eine Durchströmkühlung mit Parallelströmung erforderlich. Zu diesem Zwecke ist in den Düsenkasten 18 oberhalb der Charge 11a ein waagrechtes Düsenblech 20 eingeschoben, während seitlich der Charge 11a Blindbleche 21 angebracht sind. Das Düsenblech 20 trägt auf seiner ganzen Fläche gleichmäßig verteilte Düsenöffnungen 35 (Fig. 6), die für eine gleichmäßige und gleichzeitige Abkühlung aller Werkstücke 30 sorgen.

Der Abstand der Düsenöffnungen 35 von der Charge 11a ist durch Überheben mittels der Hub- und Senkbühne 29 optimiert worden. Der Überhub ist bei 32 in Fig. 5 angedeutet.

Werkstücke, die die gesamte zur Verfügung stehende Chargenlänge beanspruchen, müssen liegend chargiert werden. Dies ist in den Fig. 7, 8 veranschaulicht:

Um die Wärmeübergabe durch Strahlung auf die runden

kalten Kühlkammerwände voll ausnützen zu können,
besteht die Charge 11a lediglich aus einem Werk-
stück 33 in Gestalt eines zylindrischen Dornes.
Da dieser Dorn eine verhältnismäßig geringe
5 Anströmfläche im Vergleich zu der durch die
rechteckige Umrißfläche des Düsenbleches 20a
der Fig. 8 gegebenen Chargengrundfläche auf-
weist, ist eine Kühlgasstromkonzentration im Be-
reich des zu kühlenden Werkstückes 33 notwendig,
10 um maximale Kühlgeschwindigkeiten zu erzielen.
Diese Forderung ist entweder durch Verringerung
der Zahl der Düsenöffnungen 35 bei gleichzeitiger
Erhöhung der Düsenaustrittsgeschwindigkeit oder
bei gleichbleibender Düsenanzahl durch Verringerung
15 des Düsenabstandes 36 (Fig. 8) zu erzielen.

Aus den vorstehenden Überlegungen ist in den
Düsenkasten 18 oberhalb der Charge 11a ein
Düsenblech 20a eingesetzt, das einen in den
20 Innenraum der Kühlkammer 3 vorspringenden Be-
reich 40 aufweist, in dem die Düsenöffnungen 35
angeordnet sind. Das Düsenblech 20a weist dadurch
eine rinnen- oder kastenförmige Gestalt auf; der
die Düsenöffnungen 35 enthaltende Bereich ist
25 beidseitig durch einen ungelochten Bereich 41
begrenzt.

Außerdem ist das Werkstück 33 durch die Hub-
und Senkbühne 29 an die Düsenöffnungen 35
30 herangebracht worden, wie dies bei 32 in
Fig. 7 angedeutet ist.

Das Düsenbild ist in diesem Falle in der aus Fig. 18

ersichtlichen Weise durch in einem rechteckigen Muster mit gleichen Höhen- und Seitenabständen angeordnete Düsenbohrungen 35 gleichen Durchmessers bestimmt.

5

Seitlich des Werkstücks 21 sind in dem Düsenkasten 18 Blindbleche 21 eingesetzt, um ein Aufeinanderprallen einander entgegengesetzter Kühlgasströme in Werkstücknähe zu verhindern, weil dadurch die Kühlgasgeschwindigkeit unmittelbar an dem Werkstück 33 wesentlich verringert würde.

10

Bei der Anordnung nach den Fig. 9, 10 besteht die Charge 11a aus einem schweren, gedrunenen Werkzeug, bspw. einer zylindrischen Matrize, die im Vergleich zu der wiederum durch die rechteckige Umrißgestalt des Düsenbleches 20 (Fig. 10) gegebenen Chargengrundfläche geringe projizierende Anströmfläche aufweist. Die wirksamste Kühlung ergibt sich durch Kombination einer Prallkühlung der oberen Planfläche einerseits und einer Parallelanströmung an der zylindrischen Mantelfläche bzw. der Bohrungen des Werkstücks 33 andererseits, während seitlich des Werkstücks 33 in den Düsenkasten 18 zwei Blindbleche 21 eingesetzt sind.

15

20

25

Das Düsenbild des oberen Düsenbleches 20 ist, wie aus Fig. 9 zu entnehmen, etwa rautenförmig begrenzt, wobei wiederum alle Düsenöffnungen 35 gleiche Höhen- und Seitenabstände 36 aufweisen.

30

Zur Optimierung der Kühlwirkung ist das Werkstück 33 mittels der Hub- und Senkbühne 29 in der Kühlkammer 3 an das obere Düsenblech 20 herangefahren, wie dies bei 32 angedeutet ist.

35

In den Fig. 11, 12 ist eine Charge 11a veranschaulicht, die aus mehreren zylindrischen

Stempeln 33 besteht. In den Düsenkasten 18 sind in diesem Falle seitlich der Charge 11a zwei Blindbleche 21 eingefügt, während oberhalb der Charge 11a ein Düsenblech 20 vorgesehen ist, dessen Düsenbild aus Fig. 12 ersichtlich ist:

Die Düsenöffnungen 35 sind entsprechend den Stempeln 33 jeweils in rechteckigen Gruppen angeordnet, die durch gasundurchlässige Zwischenräume 34 voneinander getrennt sind. Der Seiten- und Höhenabstand 36 benachbarter Düsenöffnungen 35 ist wieder gleich.

Die Charge 11a kann durch die Hub- und Senkbühne 29 an das Düsenblech 20 herangebracht sein, wie dies bei 32 in Fig. 11 angedeutet ist; es ist aber auch denkbar, die Charge 11a in größerem Abstand von dem oberen Düsenblech 20 abzuschrecken, was gestrichelt veranschaulicht ist.

In den Fig. 13, 14 ist ein typisches Beispiel einer durch intensive Prallstromkühlung abgeschreckten Charge 11a veranschaulicht. Oberhalb der aus zwei plattenförmigen Werkstücken 33, bspw. in Gestalt einer Druckgußform, bestehenden Charge 11a ist in dem Düsenkasten 18 ein Blindblech 21 angeordnet, während seitlich der hochkant stehenden plattenförmigen Werkstücke 33 zwei Düsenbleche 20a vorgesehen sind, die in der in Fig. 13 dargestellten Weise einen in die Kühlkammer 3 vorspringenden Bereich 40 aufweisen, in dem die Düsenöffnungen 35 angeordnet sind.

Die plattenförmigen Werkstücke 33 stehen zur Vermeidung von Verzug im oberen Temperaturbereich während der Verweilzeit in der Heizkammer 2 in dem Vakuumofen senkrecht. Die
5 Düsenöffnungen 35 der kastenartigen Düsenbleche 20a sind nahe an die Chargenseitenfläche herangebracht, wobei die Düsenöffnungen 35 gemäß dem in Fig.14 dargestellten Düsenbild über die gesamte Chargenseitenfläche gleichmäßig
10 verteilt mit gleichen Höhen- und Seitenabständen 36 angeordnet sind, um damit eine gleichmäßige und gleichzeitige Abkühlung der Werkstücke 33 sicherzustellen.

15 Bei der Anordnung nach den Fig.15,16 wird ein einziges plattenförmiges Werkstück 33, bspw. in Gestalt einer Preßform, in der Kühlkammer 3 abgeschreckt, die - ähnlich wie in Fig. 13 - mit einem obenliegenden Blindblech 21 und
20 zwei seitlichen kasten- oder rinnenartigen Düsenblechen 20a bestückt ist.

Um eine extreme Optimierung der Kühlbedingungen zu erzielen, sind die Düsenbleche 20a in der
25 aus Fig.16 ersichtlichen Weise mit einem Düsenbild ausgebildet, das auf die Chargenseitenfläche abgestimmt ist:

30 Die Düsenöffnungen 35, die gleichen Höhen- und Seitenabstand 36 aufweisen, sind auf einen etwa der Chargenseitenfläche entsprechenden rechteckigen Bereich konzentriert, der von gasundurchlässigen Bereichen 41 umgeben ist. Durch die

dadurch bedingte Verringerung der Zahl der
Düsenöffnungen 35 ergibt sich eine Erhöhung
der Düsenaustrittsgeschwindigkeit. Außerdem
ist der Abstand der Düsenöffnungen 35 von
5 der Werkstück- oder Chargenseitenfläche in
beschriebener Weise durch Verwendung der
Düsenbleche 20a optimiert. Die auf beiden
Seiten auf das Werkstück aufgebrachte Prall-
stromströmung garantiert ein verzugsfreies
10 und intensives Abkühlen der Charge 11a.

In den Fig. 17,18 schließlich geht es um das
Abschrecken einer Charge 11a, die aus Werk-
stücken besteht, für welche nicht zu hohe
15 kritische Abkühlgeschwindigkeiten erforderlich
sind und die mit Rücksicht auf ihre geringe
Wandstärke mit Parallelströmung gekühlt werden
können. Zu diesem Zwecke ist in dem Düsenkasten
18 oberhalb der aus drei Werkstücken 33 bestehen-
20 den Charge 11a ein Düsenblech 20 angeordnet,
während seitlich der Charge 11a Blindbleche 21
eingesetzt sind.

Die Düsenöffnungen 35 sind - wie aus Fig. 17
25 zu ersehen - wiederum entsprechend den drei
Werkstücken 33 in drei nebeneinander liegende,
rechteckig begrenzte Gruppen zusammengefaßt,
zwischen denen gasundurchlässige Bereiche 41
angeordnet sind.

30 Die Charge 11a ist durch die Hub- und Senkbühne
29 an das obere Düsenblech 20 herangebracht,

wie dies bei 32 angedeutet ist.

Bei den im Vorstehenden beschriebenen Ausführungs-
beispielen sind in den Düsenblechen 20, 20a in
5 verschiedenen Düsenbildern angeordnete Düsen-
öffnungen 35 gleichen Durchmessers vorgesehen.
Grundsätzlich ist es natürlich auch denkbar, den
Durchmesser der Düsenöffnungen 35 entsprechend
den jeweiligen Erfordernissen zu variieren und
10 auch anstelle von zylindrischen Düsenöffnungen 35
anders gestaltete Düsenöffnungen, bspw. in Form
von Schlitzten, zu verwenden. Außerdem ist es mög-
lich, daß die Düsenbleche 20a anstelle eines in
die Kühlkammer 3 nach innen vorspringenden Teiles
15 40 einen nach außen vorspringenden Bereich auf-
weisen, während für besondere Fälle auch die An-
ordnung derart getroffen sein kann, daß im Be-
reiche der Chargengrundfläche ein Düsenblech
vorhanden ist, um eine Anströmung der Charge 11a
20 von unten her zu ermöglichen.

Die Antriebsmotoren 10 der Ventilatoren können
regelbar ausgebildet sein, um die Kühlgasgeschwin-
digkeit in der Kühlkammer 3 den Erfordernissen ent-
25 sprechend wählen zu können. Der maximale Kühlgas-
druck liegt in der Regel bei 2 bar abs. Er kann
erforderlichenfalls auch höher sein.

Bei dem neuen Industrieofen werden in der Kühlkammer
30 3 Kühlintensitäten erreicht, die denen von herkömm-
lichen und handelsüblichen Vakuumöfen mit Hochdruck-
gasabschreckung entsprechen. Herkömmliche Vakuumöfen
(vorwiegend Einkammer-Öfen) müssen bspw. mit 5 bar abs.

Kühlgasdruck arbeiten, um eine vergleichbare Kühlwirkung zu erzielen, wie sie bei dem neuen Industrieofen in der Kühlkammer 3 schon bei einem Kühlgasdruck von 2 bar abs. erhalten wird. Der entscheidende Vorteil der somit erzielbaren

5 niedrigen Kühlgasdrücke liegt in einer wesentlichen Ersparnis von Kühlgas (insbesondere Stickstoff) während eines Wärmebehandlungszyklus, was eine entsprechend hohe Kostenersparnis bedeutet. Außerdem erlauben niedrige

10 Kühlgasdrücke die Herstellung von kostengünstigen Anlagengehäusen, die keiner behördlichen Genehmigungspflicht unterliegen.

- 25 -

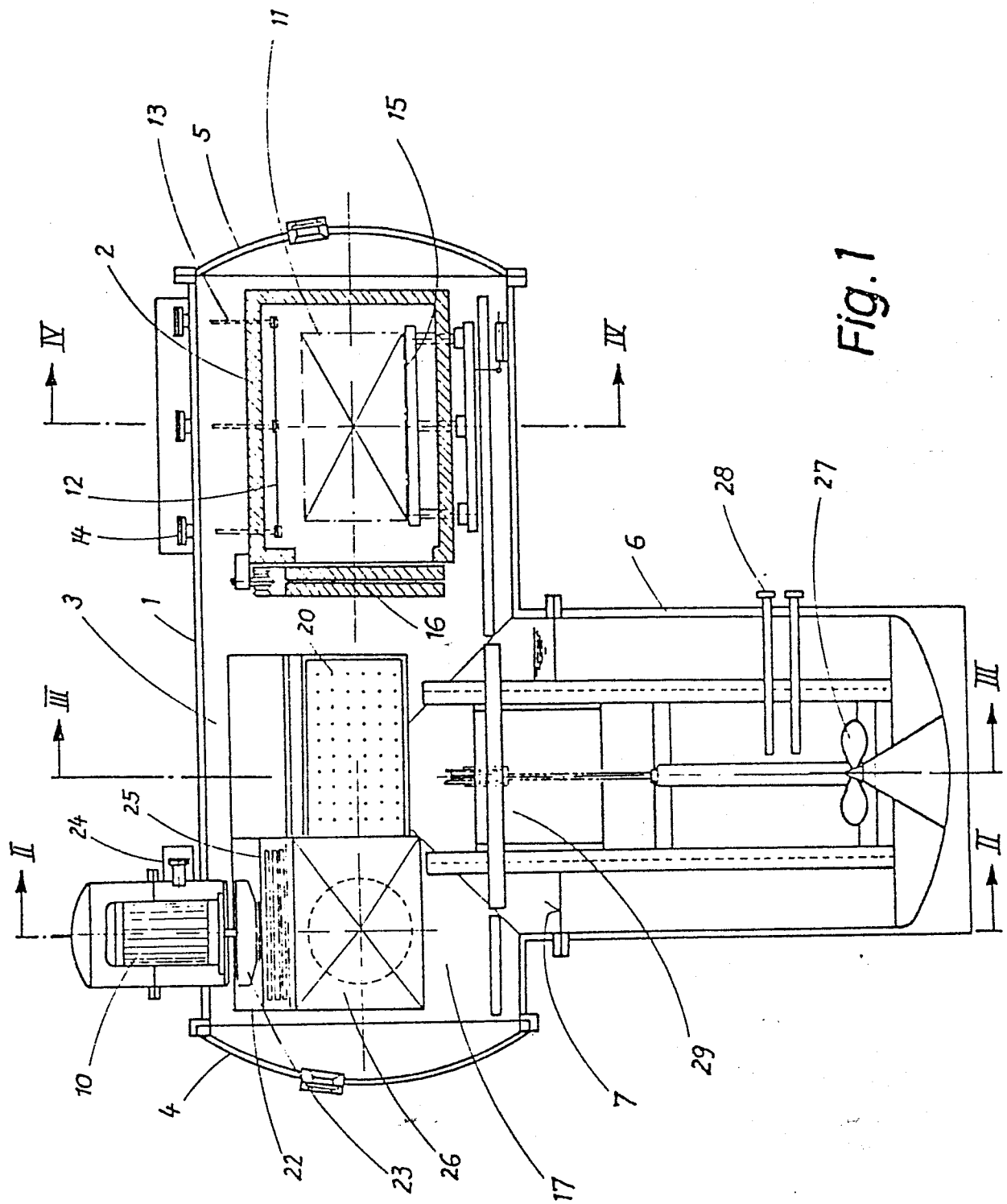
Patentansprüche

1. Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werkstücke, mit einer Heizkammer und einer eine mit Kühlgas beaufschlagte Kühleinrichtung enthaltenden Kühlkammer, in der eine wärmebehandelte Charge mit im Kreislauf über einen Wärmetauscher geführtem Kühlgas angeströmt ist, sowie gegebenenfalls mit einem Ölbad, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung (17) in der Kühlkammer (3) mündende, die Charge (11a) mit Kühlgas anblasende Düsen (35) aufweist, und daß die in der Kühlkammer (3) jeweils ortsfest angeordneten Düsen (35) unter Veränderung der Anblasverhältnisse der Charge (11a) wahlweise austauschbar angeordnet sind.
2. Industrieofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (35) unter Veränderung der Düsenanordnung (Düsenbild) und/oder des Düsendurchmessers und/oder des Düsenabstandes (36) gruppenweise austauschbar sind.
3. Industrieofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand wenigstens einiger Düsen (35) von der Charge (11a) einstellbar ist.

4. Industrieofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einige Düsen (35) in einer eine Prallströmung und/oder eine Parallelströmung des Kühlgases an
5 der Charge (11a) ergebenden Ausrichtung angeordnet sind.
5. Industrieofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen
10 (35) die Charge (11a) auf mehreren Seiten umgebend angeordnet sind.
6. Industrieofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung (17) einen in der Kühlkammer (3)
15 angeordneten, mit Kühlgas beaufschlagten Düsenkasten (18) aufweist, in den zumindest ein der Charge (11a) gegenüber angeordnetes Düsenblech (20, 20a) lösbar eingesetzt ist.
20
7. Industrieofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkasten (18) Führungseinrichtungen (19) aufweist, in die das Düsenblech (20, 20a) einschiebbar ist.
25
8. Industrieofen nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Düsenblech (20a) einen in das Innere der Kühlkammer (3) vorspringenden oder aus diesem zurückspringenden Bereich (40) aufweist.
30

9. Industrieofen nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkasten
(18) tunnelförmig ausgebildet und an seiner
Innenwand durch Düsenbleche (20, 20a) begrenzt
5 ist.
10. Industrieofen nach einem der Ansprüche 6
bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens
ein Düsenblech (20, 20a) durch ein gasundurch-
10 lässiges Blindblech (21) ersetzt ist.
11. Industrieofen nach den Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß der
Düsenkasten (18) auf wenigstens drei Innen-
15 seiten durch Düsenbleche (20, 20a) begrenzt
ist, von denen zwei einander gegenüberliegend
und das dritte Düsenblech zwischen den beiden
anderen Düsenblechen angeordnet sind.
- 20 12. Industrieofen nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in
der Kühlkammer (3) eine die Charge (11a)
aufnehmende Hub- oder Senkvorrichtung (29)
angeordnet ist, durch die die Charge (11a)
25 in einem vorbestimmten Abstand zu wenigstens
einem Teil der Düsenmündungen bringbar ist.
13. Industrieofen nach einem der Ansprüche 6
bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der
30 Düsenkasten (18) mit der Druckseite zumindest
eines Ventilators (10, 23) einer den Wärme-
tauscher (25) enthaltenden Gasumwälzein-
richtung verbunden ist.

14. Industrieofen nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkammer (3) mit der Heizkammer (2) in einem gemeinsamen Gehäuse (1) angeordnet ist und der Ventilator oder
5 die Ventilatoren an dem Gehäuse (1) radial am vorderen Bereich der Kühlkammer (3) angebracht ist bzw. sind.



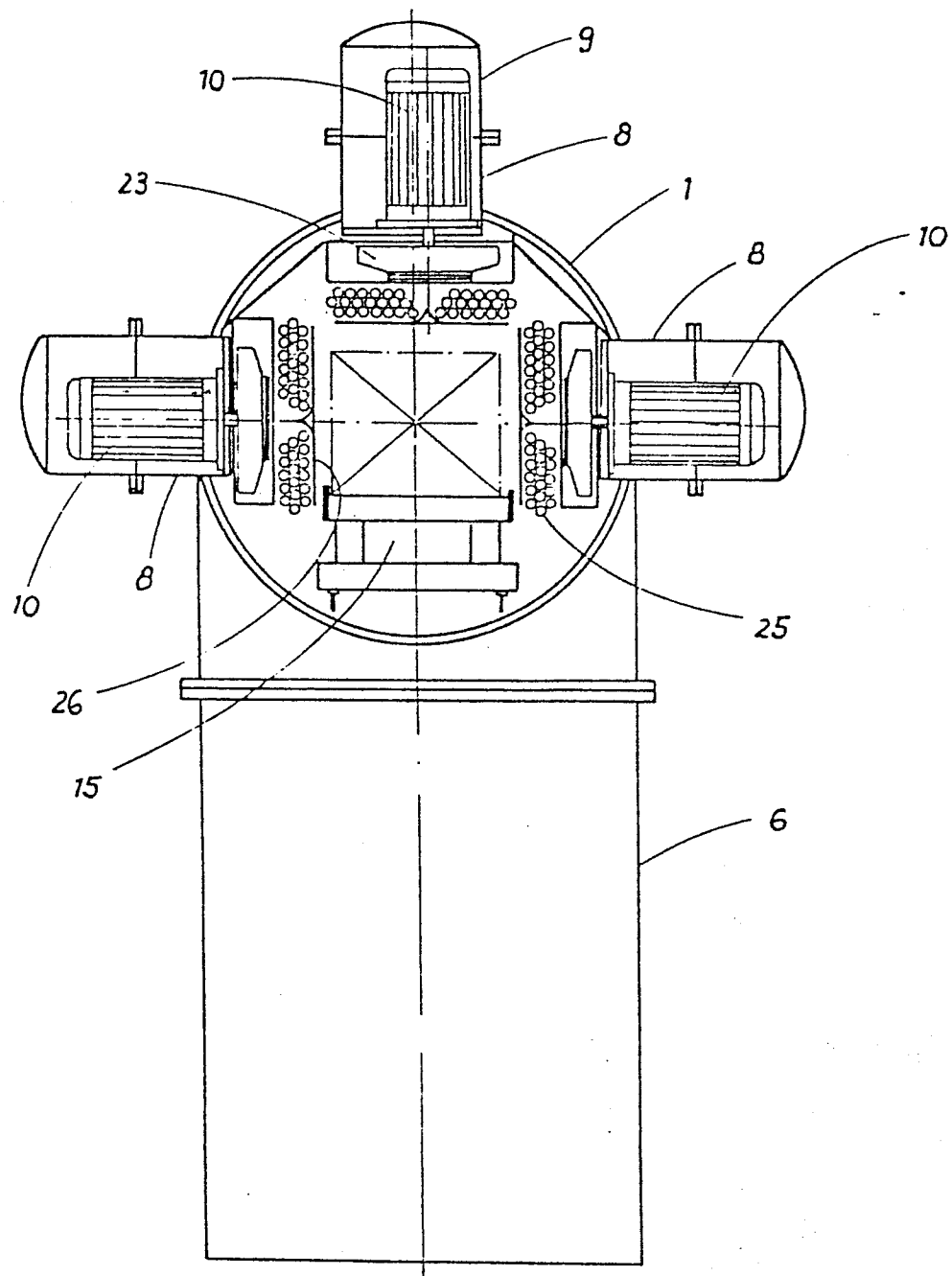
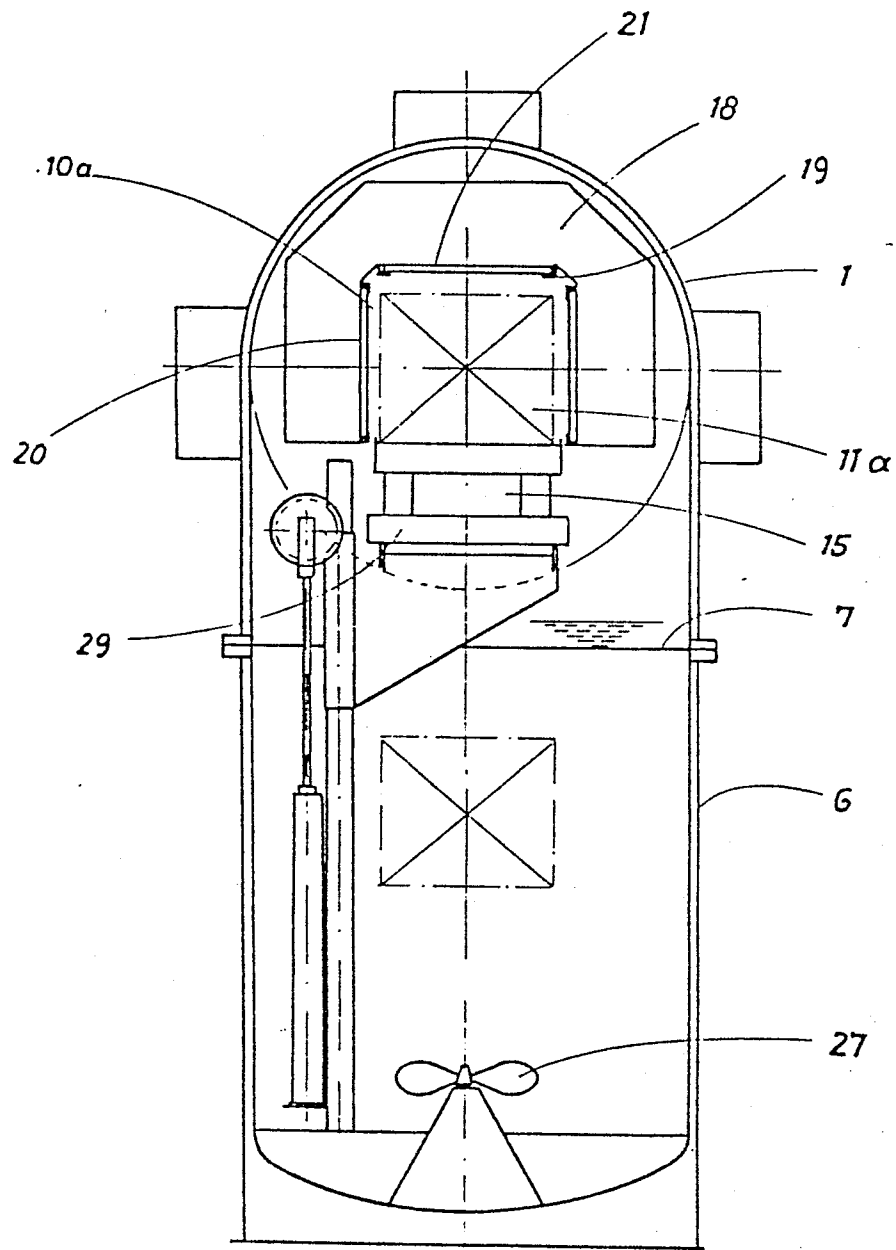


Fig. 2

*Fig. 3*

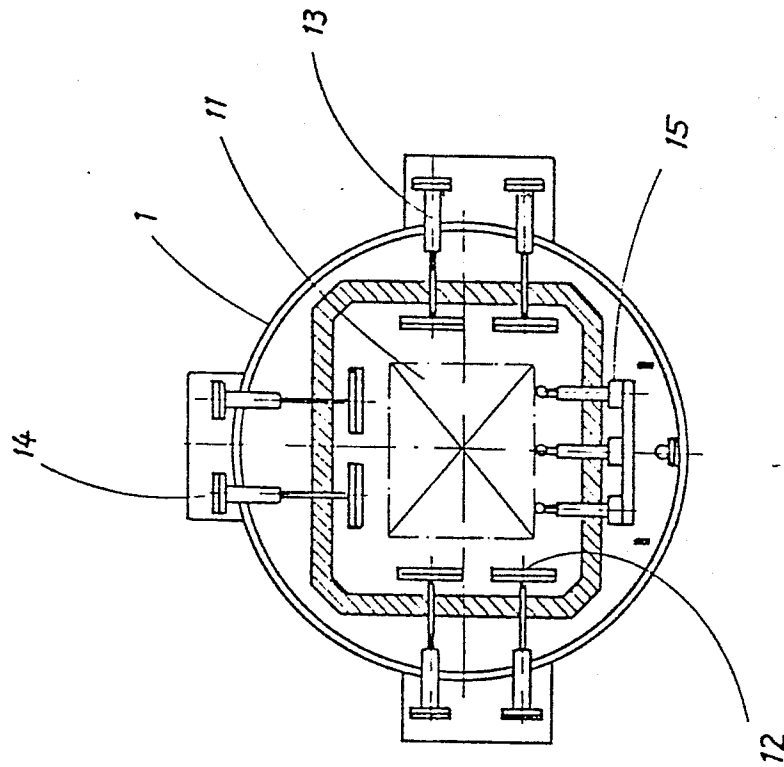
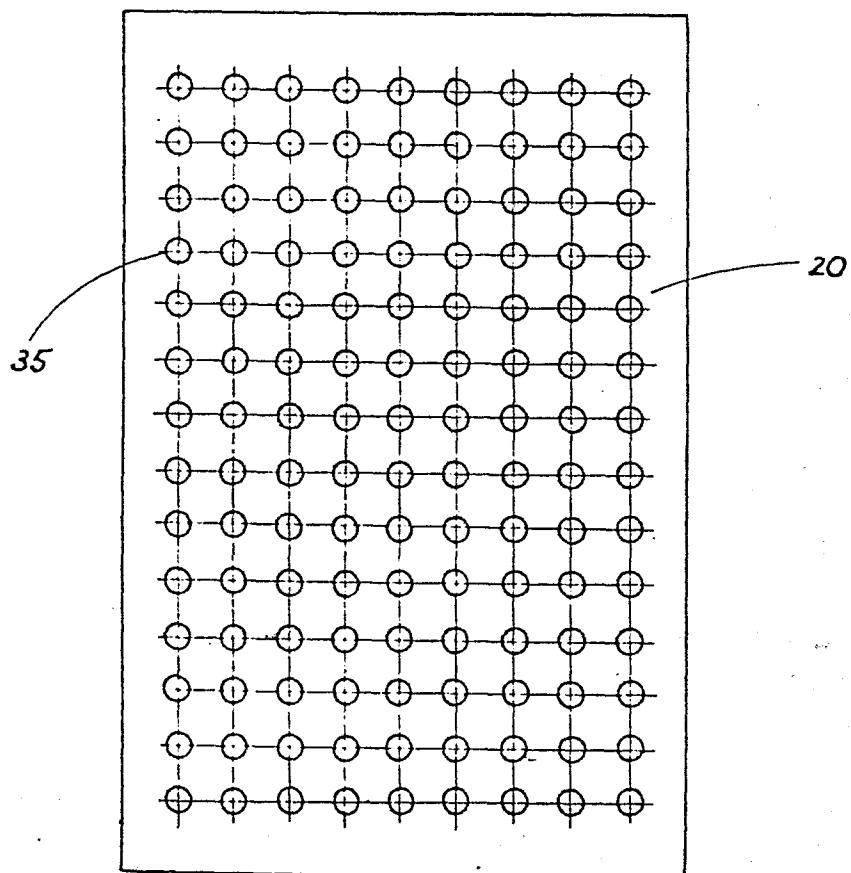
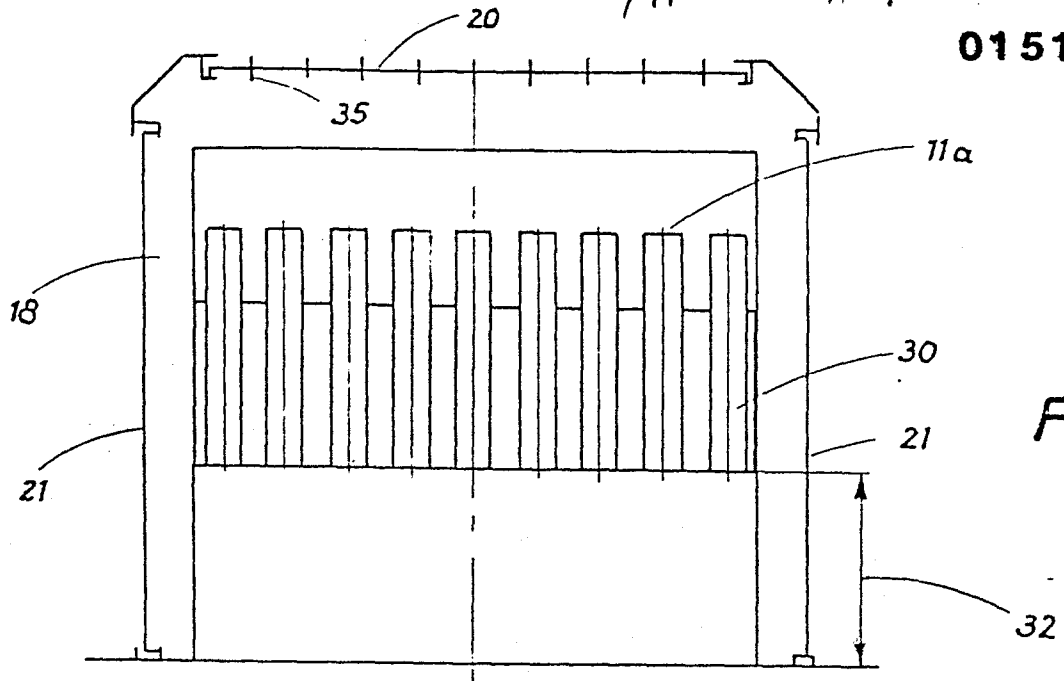


Fig. 4

5/11

0151700



Charge : Werkzeuge 45 ϕ $\times$ 300

6/11

0151700

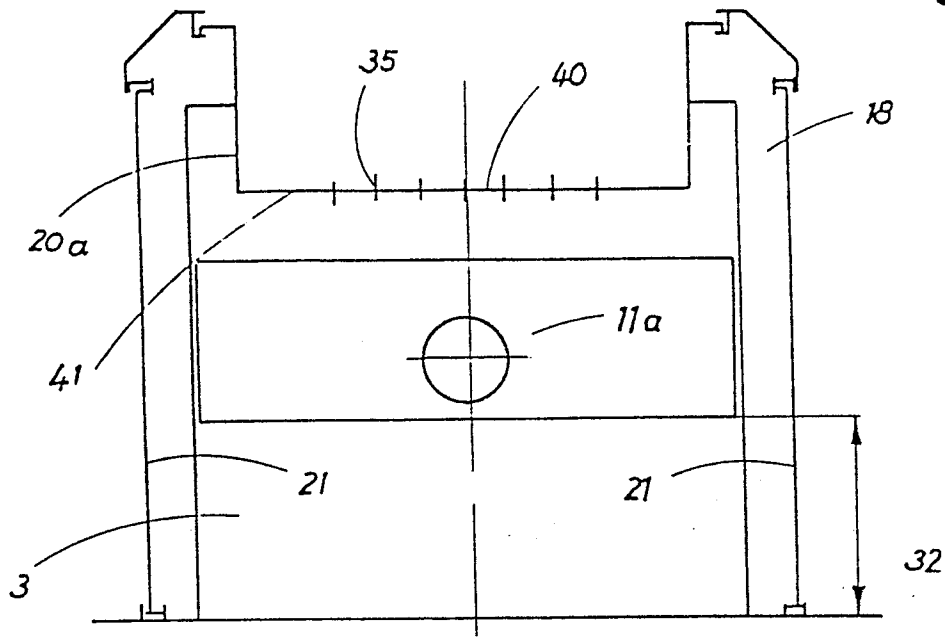


Fig. 7

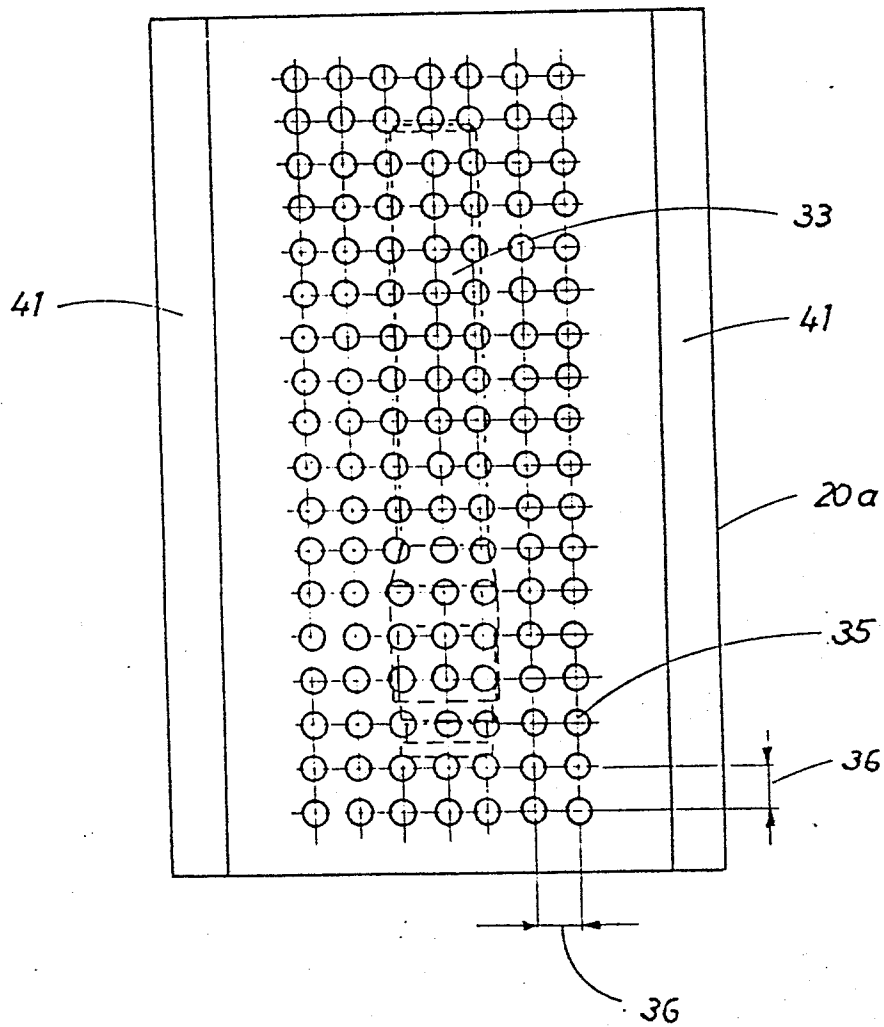


Fig. 8

Charge : Dorn 150 ϕ x 850

7/11

0151700

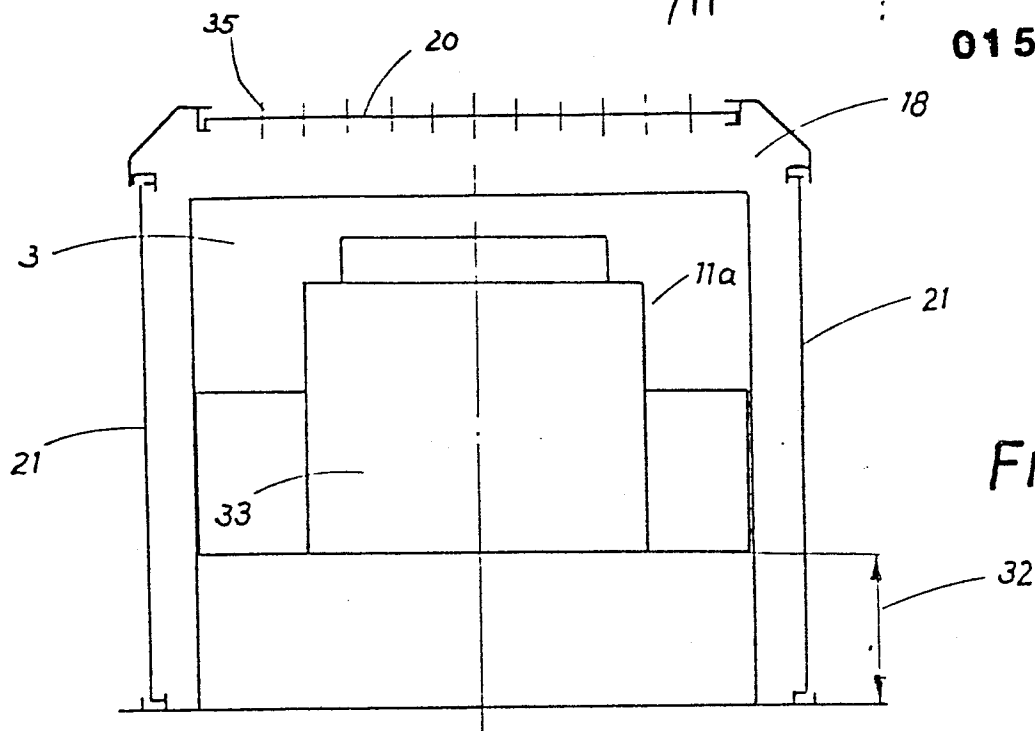


Fig. 9

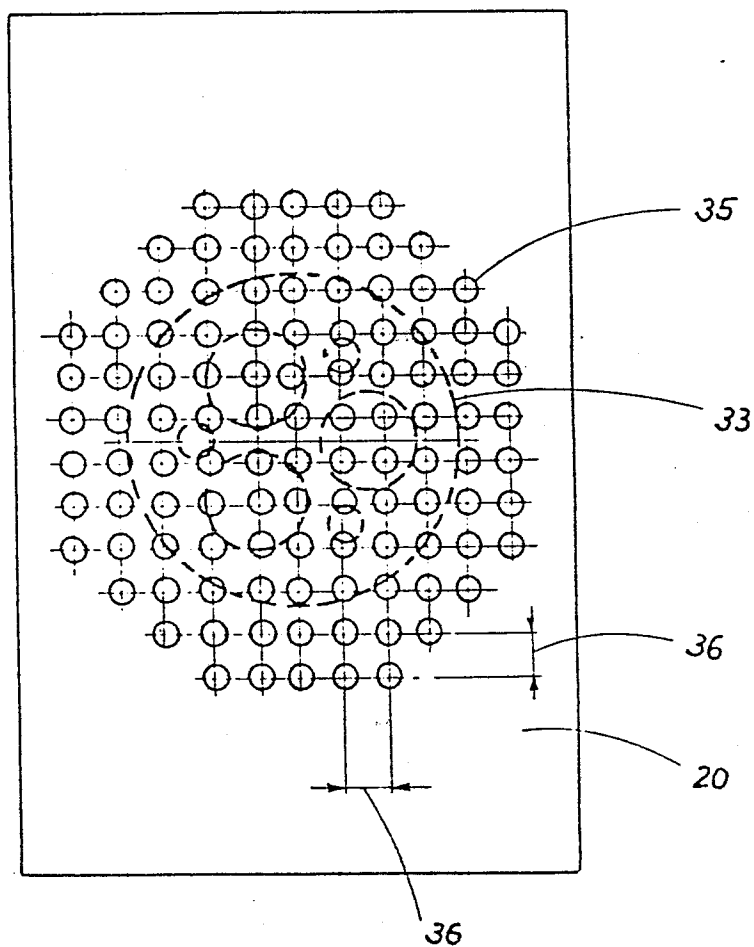
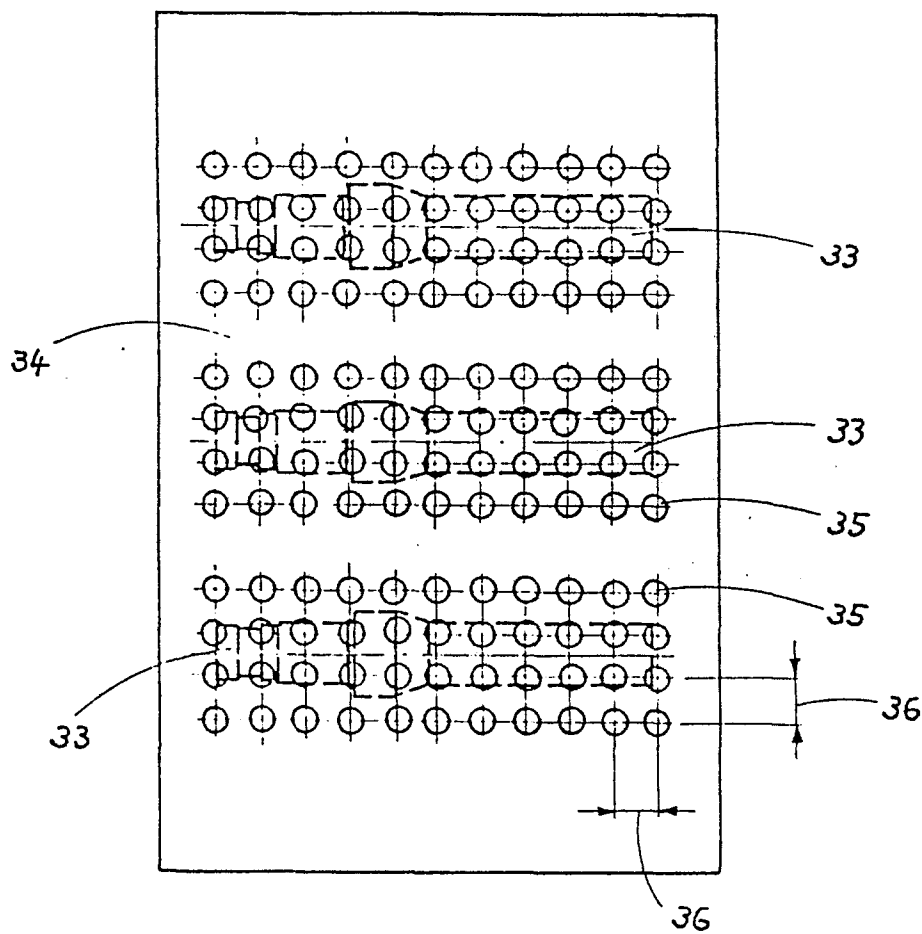
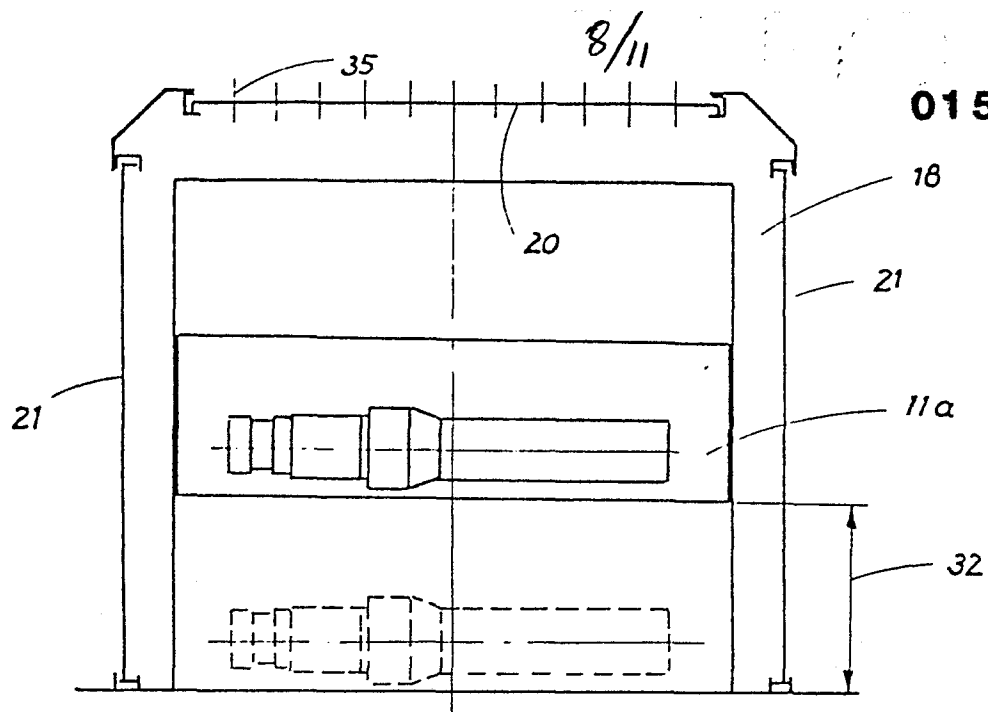


Fig. 10

Charge : Matrize 420 ϕ x 400



Charge : Stempel 120 ϕ x 600

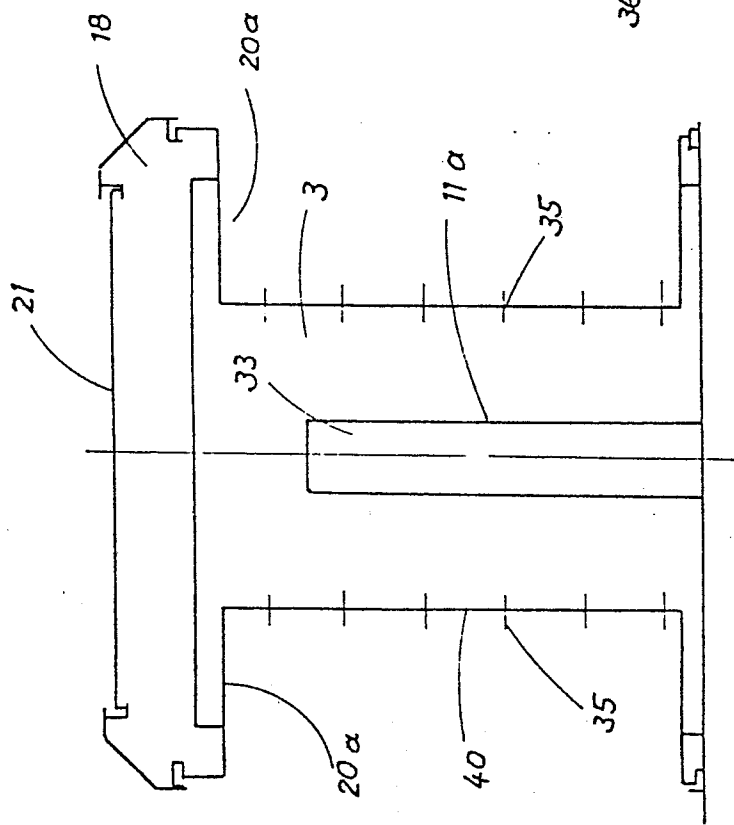


Fig. 13

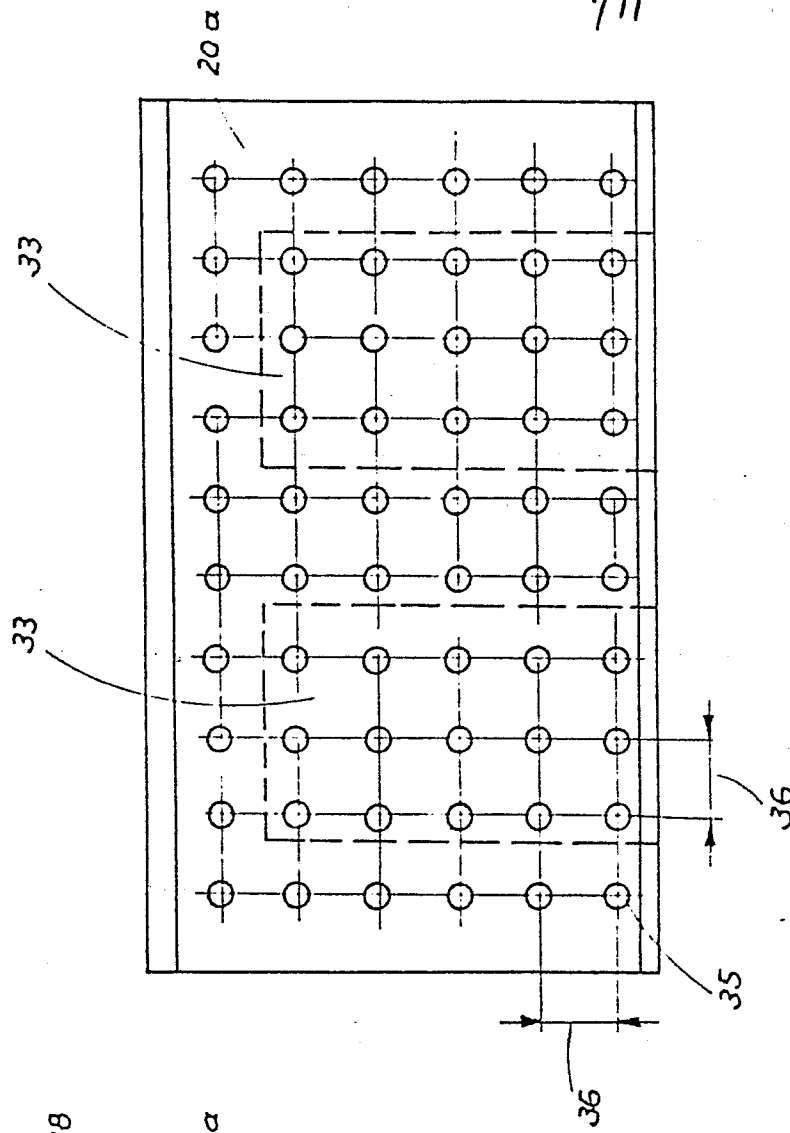


Fig. 14

Charge : Druckgußform 300 × 500 × 100

0151700

9/11

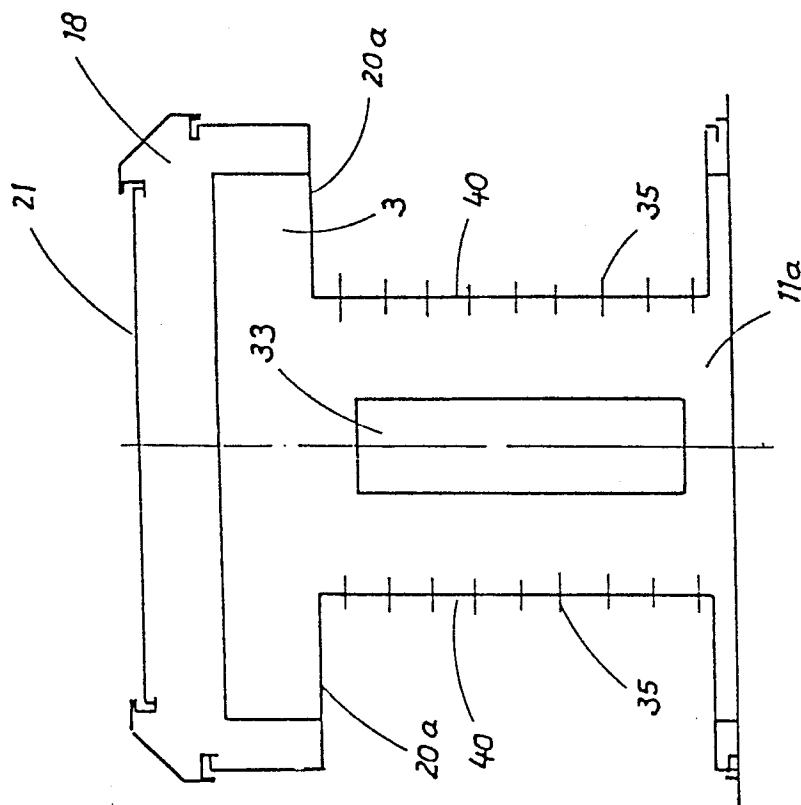


Fig. 15

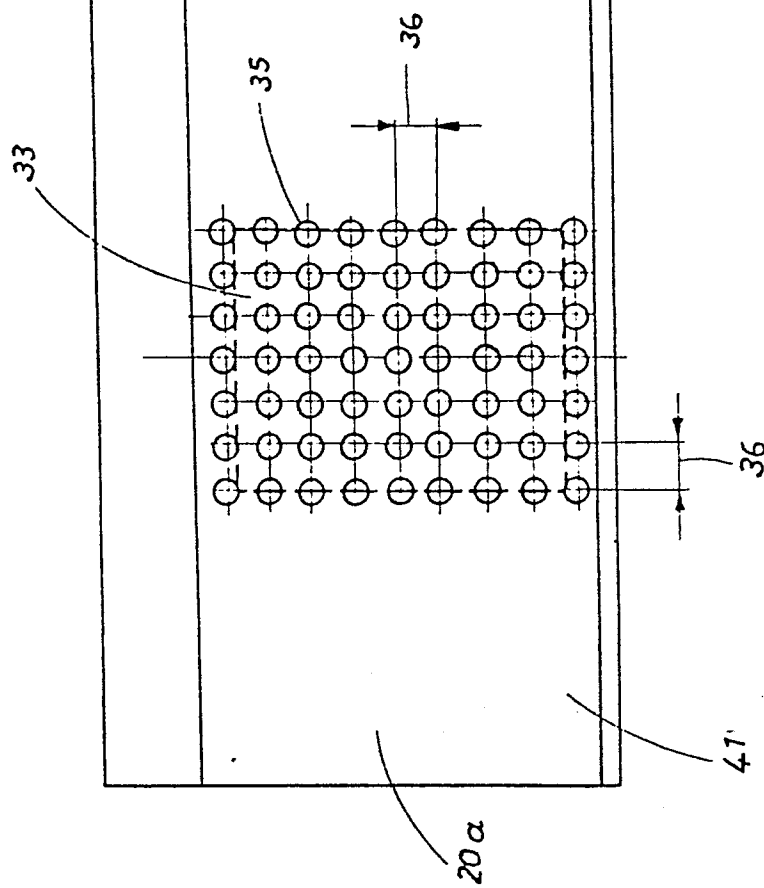
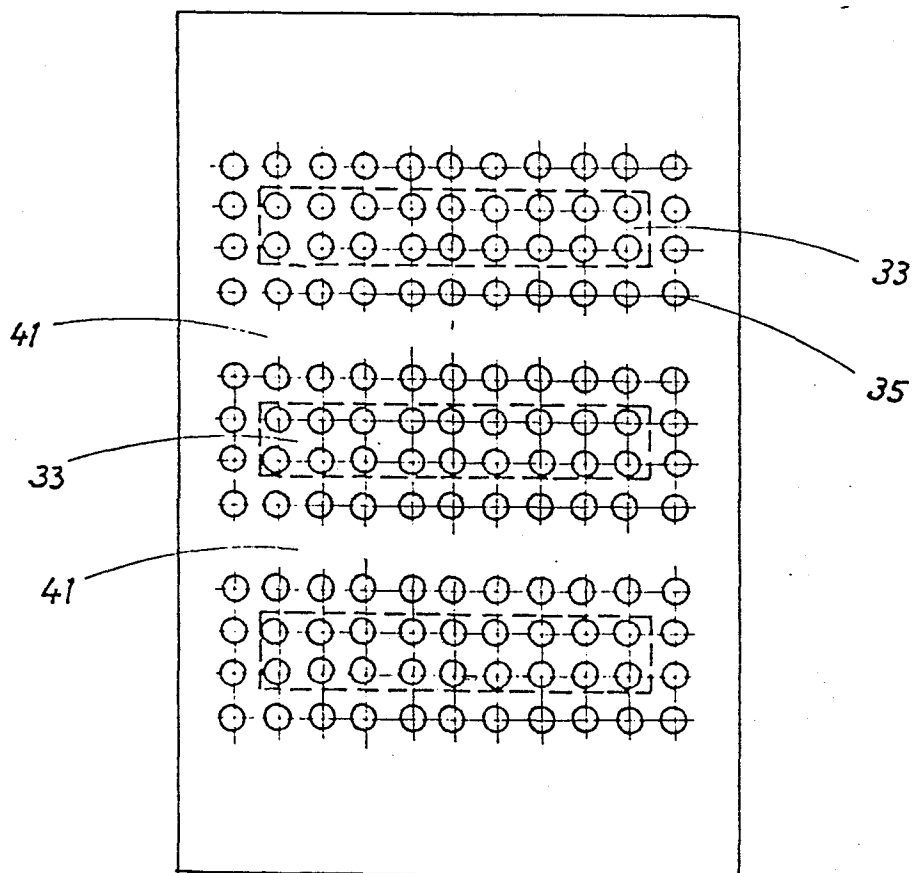
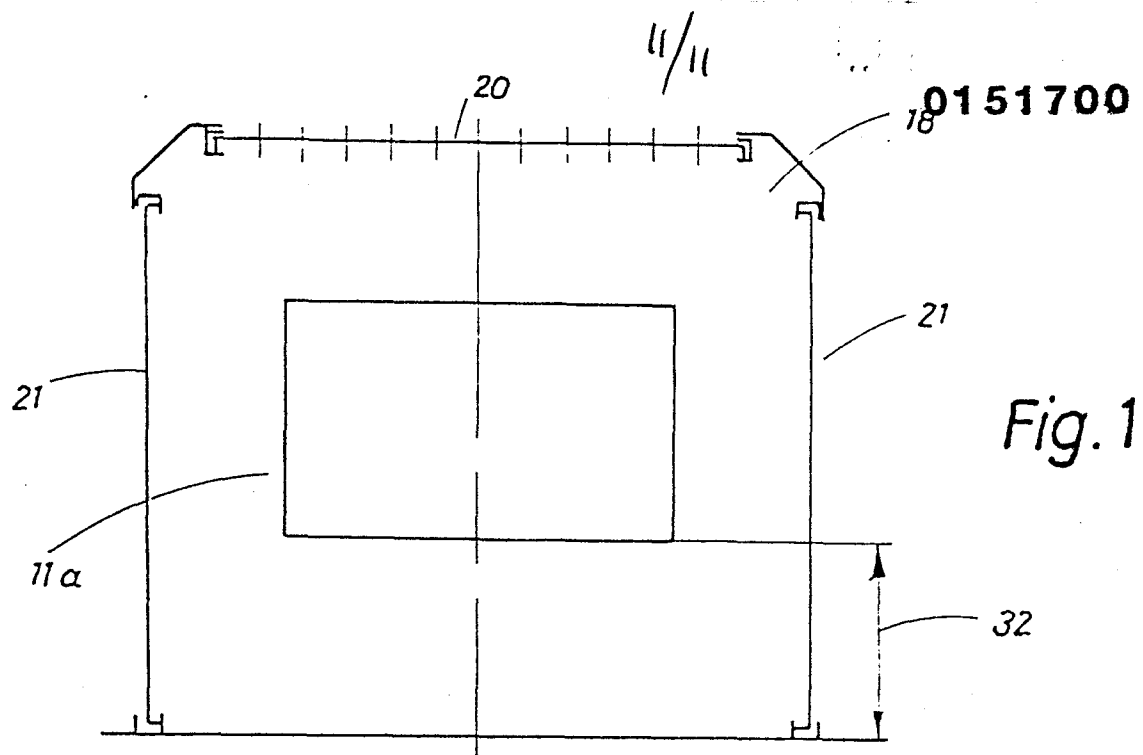


Fig. 16

Charge, Preβform 350 × 400 × 120

0151700

10/11



Charge : Preßform 300 × 500 × 100