



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 231 375 A5

4(51) C 21 D 1/773

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 21 D / 272 875 4
(31) P3405244.5

(22) 30.01.85
(32) 15.02.84

(44) 24.12.85
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) Wünning, Joachim, Dr.-Ing., DE; Neubauer, Wilhelm, AT
(73) Aichelin GmbH, 7015 Korntal-Münchingen 1, DE

(54) Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen

(57) Die Erfindung betrifft einen Industrieofen, insbesondere einen Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werkstücke, z. B. zum Härten von Stahlteilen. Während es das Ziel der Erfindung ist, einen Industrieofen zur Verfügung zu stellen, der in seiner Herstellung kostensparend ist, eine einfache Bedienung ermöglicht und zuverlässig in der Anwendung ist, besteht die Aufgabe darin, eine optimale Anpassung der Anstromverhältnisse der jeweilig abzukühlenden Charge mit einfachen Mitteln zu ermöglichen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Kühleinrichtung in die Kühlkammer mündende, die Charge mit Kühlgas anblasende Düsen aufweist und daß die in der Kühlkammer jeweils ortsfest angeordneten Düsen unter Veränderung der Anblasverhältnisse der Charge wahlweise austauschbar angeordnet sind. Fig. 1

Berlin, den 17.1.1985

64 670/26

Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Industrieofen, insbesondere einen Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werkstücke. 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.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Gemäß DE-OS 26 08 850 ist ein derartiger Industrieofen bekannt. Dieser Dreikammer-Vakuumofen weist, von einem wassergekühlten, doppelwandigen Gehäuse umgeben, eine 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 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-mengen transportiert werden müssen und zur Erzeugung der für

30 JAN 1985 * 229061

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 aufrechtzuerhalten 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 - bei vorgegebener 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 geringeren Kühlgas-mengen 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 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 drehbare Gaszuführungsrohre befestigt sind. Die einen Enden der Gaszuführungsrohre 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.

Abgesehen von dem beträchtlichen konstruktiven Aufwand, den die schwenkbar gelagerten Gaszuführungsrohre mit ihren zu-

geordneten flexiblen Anschlußeinrichtungen und ihren Antrieben erfordern, kann diese Düsen-Kühleinrichtung nur in beschränktem Maße auf unterschiedliche Chargen eingestellt werden. Die Charge kann grundsätzlich lediglich von gegenüberliegenden Seiten her angeblasen werden, weil auf der 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 Zusammensetzung der Charge, verschieden. Es ist ein Unterschied, ob eine Charge von zylindrischen, stehenden Teilen oder eine aus einem oder mehreren plattenförmigen Werkstücken bestehende Charge gekühlt werden muß.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, einen Industrieofen zur Verfügung zu stellen, der in seiner Herstellung kostensparend ist, eine einfache Bedienung ermöglicht und zuverlässig in der Anwendung ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Industrieofen, insbesondere Mehrkammer-Vakuumofen zur Wärmebehandlung von Chargen metallischer Werkstücke mit einer Heizkammer und einer mit Kühlgas beaufschlagte Kühleinrichtung enthaltenden Kühlkammer, in der eine wärmebehandelte Charge mit im Kreislauf über einen Wärmetauscher geführten Kühlgas angeströmt ist sowie ggf. mit einem Ölbad

zu schaffen, bei dem eine optimale Anpassung der Anströmverhältnisse der jeweiligen abzukühlenden Charge mit einfachen Mitteln möglich ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Kühleinrichtung in die Kühlkammer mündende, die Chargen mit Kühlgas anblasende Düsen aufweist und daß die in der Kühlkammer jeweils ortsfest angeordneten Düsen unter Veränderung der Anblasverhältnisse der Charge wahlweise austauschbar angeordnet sind.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind dabei die Düsen unter Veränderung der Düsenanordnung bzw. des Düsenbildes und/oder des Düsendurchmessers und/oder des Düsenabstandes gruppenweise austauschbar ausgebildet.

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 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 eine 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 Düsenbleche können nicht nur unterschiedliche Düsenanordnungen bzw. Düsenbilder und Düsendurchmesser etc. haben, sondern es kann beispielsweise ein Düsenblech auch einen in das Innere der Kühlkammer vorspringenden oder aus diesem zurückspringenden Bereich aufweisen, um damit den Abstand zwischen den Düsen und der Charge entsprechend den jeweili-

gen Gegebenheiten zu verändern.

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 kann auch durch ein gasundurchlässiges Blindblech ersetzt sein. Auf diese Weise läßt sich eine wirkungsvolle Prallströmung bei plattenförmigen Werkstücken erzielen, indem seitliche Düsenbleche und oberhalb der Charge ein Blindblech eingeschoben werden, so daß das stehende Werkstück von allen Seiten optimal gekühlt werden kann. Bei dieser Charge von zylindrischen stehenden Werkzeugen kann nur mittels einer Parallelströmung ab Durchströmkühlung gearbeitet werden, weil wegen 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 vorspringenden oder aus diesen zurückspringenden Bereich optimiert werden.

Um die erwähnte Anordnung der Düsenbleche einfach ausführen zu können, ist es vorteilhaft, wenn der Düsenkasten auf wenigstens drei Innenseiten durch Düsenbleche begrenzt ist, von denen zwei einander gegenüberliegend und das dritte Düsenblech zwischen den beiden anderen Düsenblechen angeordnet sind.

In der Kühlkammer kann darüber hinaus eine die Charge auf-

nehmende Hub- oder Senkvorrichtung vorgesehen sein, durch die die Charge in einem vorbestimmten Abstand zu wenigstens einem Teil der Düsenmündungen bringbar ist.

Der Düsenkasten selbst ist zweckmäßigerweise mit der Druckseite zumindest eines Ventilators oder den Wärmetauscher enthaltenden Gasumwälzeinrichtung 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 Kühlkammer angeordnet sein.

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 Gefügestandes 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 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 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 der Charge erzielte Kühlleistung 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 jeweiligen Charge, während andererseits die Heizkammer ohne Rücksicht auf die nach der Wärmebehandlung erforderliche Abkühlung der Charge auf optimale Heizverhältnisse ausgelegt werden kann.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: einen Doppelkammer-Vakuumofen im axialen Schnitt;

Fig. 2: den Schnitt II-II nach Fig. 1;

Fig. 3: den Schnitt III-III nach Fig. 1;

Fig. 4: den Schnitt IV-IV nach Fig. 1;

Fig. 5: den Düsenkasten nach Fig. 3 in einer schematischen Seitenansicht unter Veranschaulichung einer bestimmten Charge und einer bestimmten Düsenanordnung;

Fig. 6: das an der oberhalb der Charge angeordnete Düsenblech der Anordnung nach Fig. 5, in einer Draufsicht;

Fig. 7 : den Düsenkasten nach Fig. 5 mit einer anderen Anordnung der Düsenbleche;

Fig. 8 : ein oberhalb der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 7 in einer Draufsicht;

Fig. 9 : den Düsenkasten nach Fig. 7;

Fig. 10: ein seitlich der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 9 in einer Draufsicht;

Fig. 11: den Düsenkasten nach Fig. 5 mit einer anderen Anordnung der Düsenbleche;

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

Fig. 13: den Düsenkasten nach Fig. 5, beschickt mit einer anderen Charge;

Fig. 14: ein seitlich der Charge angeordnetes Düsenblech der Anordnung nach Fig. 13 in einer Draufsicht;

Fig. 15: den Düsenkasten nach Fig. 5, beschickt mit einer anderen Charge;

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;

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 Heizkammer 2 und in dessen vorderem Teil eine Kühlkammer 3 untergebracht ist. Das im wesentlichen zylindrische Gehäuse 1 ist auf der Vorderseite durch eine zum Beschicken und Entladen des Ofens dienende, schwenk- oder schiebbare, wassergekühlte Doppelmanteltür 4 verschlossen. Auf seiner Rückseite ist in dem Bereich hinter der Heizkammer 2 eine doppelwandige Schwenktür 5 vorgesehen, die eine für Montagezwecke vorhandene Gehäuseöffnung abschließt. An das Gehäuse 1 schließt sich unterhalb der Kühlkammer 3 ein doppelwandiger, wassergekühlter Behälter 6 an, der an das Gehäuse 1 angeflanscht ist und in dem sich ein Ölbad befindet, dessen Spiegel 7 in Fig. 1 dargestellt ist.

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

Die im Querschnitt im wesentlichen rechteckige Heizkammer 2 ist in Stahlbau-Leichtbauweise aufgebaut und mit einer mehrlagigen Isolierung aus hochwertigem keramischem Fasermaterial und reinstem Graphit-Filz ausgekleidet. Beidseitig und oberhalb der angedeuteten Charge 11 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 12 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 coaxial 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 als Seitenführungsnuten ausgebildete Führungseinrichtungen 19, in die Düsenbleche 20; 20a oder Blindbleche 21 wahlweise austauschbar 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 unmittelbar verbunden, von denen jedes als ein Hochleistungslüfterrad ausgebildeten Ventilator 23 enthält, der unmittelbar auf dem Wellenstummel des zugeordneten Antriebsmotors 10 sitzt, welcher vakuumdichte Stromdurchführungen 24 aufweist. Der Ansaugöffnung jedes Ventilatorgehäuses 22 sind je zwei Wärmetauscher 25 seitlich vorgelagert, die über vakuumdichte Zu- und Ableitungsdurchführungen mit Kühlwasser versorgt werden und denen jeweils Gasführungsbleche 26 zugeordnet sind.

Bei der dargestellten Ausführungsform sind drei Ventilatorgehäuse 22 und drei Ventilatoren 10; 23 vorgesehen. Es sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen lediglich 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 gleichmäßig 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.

In dem Behälter 6 ist eine Hub- und Senkvorrichtung 29 angeordnet, die es gestattet, eine aus der Heizkammer 2 kommende wärmebehandelte Charge 11a in der Kühlkammer 3 auf eine bestimmte Höhe bezüglich des Düsenkastens 18 zu bringen - wie dies im einzelnen noch erläutert werden wird - oder die Charge 11a in das in dem Behälter 6 enthaltene Abschrecköl zu tauchen.

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

Bei geöffneter Doppelmanteltür 4 kann der Doppelkammer-Vakuumofen von Hand oder automatisch chargiert werden, wobei die Charge 11 selbsttätig in die geöffnete Heizkammer 2 gefahren wird. Sodann werden die Heizkammertür 16 und die die Beschickungsöffnung verschließende Doppelmanteltür 4 geschlossen, worauf der Vakuumofen evakuiert wird. Die Charge 11 wird 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 Ventilatoren 10 werden eingeschaltet. Die Heizelemente 12 werden abgeschaltet, und die Charge 11 wird in die Kühlkammer 3 gefahren, wo sie die Stelle der Charge 11a einnimmt und mit Kühlgas abgeschreckt wird.

Durch entsprechende Betätigung der Hub- und Senkvorrichtung 29 kann dabei die Charge in der Kühlkammer 3 bedarfsmäßig an das oben liegende Düsenblech 20 des Düsenkastens 18 herangefahren werden.

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 Senkvorrichtung 29 in das Ölbad abgesenkt. Nach Bedarf kann vor der Ölabschreckung kurz mit Inertgas vorgekühlt werden. Der Doppelkammer-Vakuumofen ist automatisch gesteuert; der kom-

platte Wärmebehandlungszyklus kann vorgewählt werden.

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.

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:

Bei der Anordnung nach Fig. 5 besteht die abzuschreckende Charge 11a aus einer Anzahl schlanker, zylindrischer Werkzeuge, beispielsweise Spiralbohrer oder Fräser, mit 45 mm Durchmesser und 300 mm Länge. Um den Verzug bei der Wärmebehandlung und der Abschreckung gering zu halten, werden diese zylindrischen Werkstücke 30 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 waagerechtes Düsenblech 20 eingeschoben, während seitlich der Charge 11a Blindbleche 21 angebracht sind. Das Düsenblech 20 trägt gemäß Fig. 6 auf seiner ganzen Fläche gleichmäßig verteilte Düsenöffnungen 35, die für eine gleichmäßige und gleichzeitige Abkühlung aller Werkstücke 30 sorgen.

Der Abstand der Düsen 35 von der Charge 11a ist durch Überheben mittels der Hub- und Senkvorrichtung 29 optimiert worden. Der Überhub 32 ist 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 ausnutzen zu können, besteht die Charge 11a lediglich aus einem Werkstück 33 in Gestalt eines zylindrischen Dornes. Da dieser Dorn eine verhältnismäßig geringe Anströmfläche im Vergleich zu der durch die rechteckige Umrißfläche des Düsenbleches 20a der Fig. 8 gegebenen Chargengrundfläche aufweist, ist eine Kühlgasstromkonzentration im Bereich des zu kühlenden Werkstückes 33 notwendig, um maximale Kühlgeschwindigkeiten zu erzielen. Diese Forderung ist entweder durch Verringerung der Anzahl der Düsen 35 bei gleichzeitiger Erhöhung der Düsenaustrittsgeschwindigkeit oder bei gleichbleibender Düsenanzahl und Verringerung des Düsenabstandes 36 gemäß 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 Innenraum der Kühlkammer 3 vorspringenden Bereich 40 aufweist, in dem die Düsen 35 angeordnet sind. Das Düsenblech 20a weist dadurch eine rinnen- oder kastenförmige Gestalt auf; der die Düsenöffnungen 35 enthaltende Bereich ist beidseitig durch einen ungelochten Bereich 41 begrenzt.

Außerdem ist das Werkstück 33 durch die Hub- und Senkvorrichtung 29 an die Düsen 35 herangebracht worden, wie dies beim Überhub 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 Düsen 35 gleichen Durchmessers bestimmt.

Seitlich des Werkstücks 33 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.

Bei der Anordnung nach den Fig. 9; 10 besteht die Charge 11a aus einem schweren, gedrunenen Werkzeug, beispielsweise einer zylindrischen Matrize, die im Vergleich zu der wiederum durch die rechteckige Umrißgestalt des Düsenbleches 20 nach Fig. 10 gegebenen Chargengrundfläche eine geringe projizierende Anströmfläche aufweist. Die wirksamste Kühlung ergibt sich durch Kombination einer Prallkühlung der oberen Plan-

fläche 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.

Das Düsenbild des oberen Düsenbleches 20 ist, wie aus Fig. 9 zu entnehmen, etwa rautenförmig begrenzt, wobei wiederum alle Öffnungen der Düsen 35 gleiche Düsenabstände 36 aufweisen.

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

In den Fig. 11, 12 ist eine Charge 11a veranschaulicht, die aus mehreren Werkstücken 33, insbesondere aus zylindrischen Stempeln 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 vorgeesehen ist, dessen Düsenbild aus Fig. 12 ersichtlich ist:

Die Düsen 35 sind entsprechend den Werkstücken 33 jeweils in rechteckigen Gruppen angeordnet, die durch gasundurchlässige Zwischenräume 34 voneinander getrennt sind. Der Düsenabstand 36 benachbarter Düsen 35 ist wieder gleich.

Die Charge 11a kann durch die Hub- und Senkvorrichtung 29 an das Düsenblech 20 herangebracht sein, wie dies beim Überhub 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, beispielsweise 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 Düsen 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 Düsen 35 der kastenartigen Düsenbleche 20a sind nahe an die Chargenseitenfläche herangebracht, wobei die Düsen 35 gemäß dem in Fig. 14 dargestellten Düsenbild über die gesamte Chargenseitenfläche gleichmäßig verteilt, mit gleichen Düsenabständen 36 angeordnet sind, um damit eine gleichmäßige und gleichzeitige Abkühlung der Werkstücke 33 sicherzustellen.

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

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

Die Düsen 35, die gleiche Düsenabstände 36 aufweisen, sind auf einen etwa der Chargenseitenfläche entsprechenden rechteckigen Bereich konzentriert, der von gasundurchlässigen Bereichen 41 umgeben ist. Durch die somit verringerte Anzahl der Düsen 35 ergibt sich eine Erhöhung der Düsenaustrittsgeschwindigkeit. Außerdem ist der Abstand der Düsen 35 von der Werkstück- oder Chargenseitenfläche in beschriebener Weise durch Verwendung der Düsenbleche 20a optimiert. Die auf beiden Seiten auf das Werkstück aufgebrachte Prallstromströmung garantiert ein verzugsfreies und intensives Abkühlen der Charge 11a.

In den Fig. 17; 18 schließlich geht es um das Abschrecken einer Charge 11a, die aus Werkstücken besteht, für welche nicht zu hohe 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 bestehenden Charge 11a ein Düsenblech 20 angeordnet, während seitlich der Charge 11a Blindbleche 21 eingesetzt sind.

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

Die Charge 11a ist durch die Hub- und Senkvorrichtung 29 an das obere Düsenblech 20 herangebracht, wie dies beim Überhub 32 angedeutet ist.

Bei den im Vorstehenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sind in den Düsenblechen 20; 20a in verschiedenen Düsenbildern angeordnete Düsen 35 gleichen Durchmessers vorgesehen. Grundsätzlich ist es natürlich auch denkbar, den Durchmesser der Düsen 35 entsprechend den jeweiligen Erfordernissen zu variieren und auch anstelle von zylindrischen Öffnungen der Düsen 35 anders gestaltete Düsenöffnungen, beispielsweise in Form von Schlitzten, zu verwenden. Außerdem ist es möglich, daß die Düsenbleche 20a anstelle eines in die Kühlkammer 3 nach innen vorspringenden Bereiches 40 einen nach außen vorspringenden Bereich aufweisen, während für besondere Fälle auch die Anordnung derart getroffen sein kann, daß im Bereiche der Chargengrundfläche ein Düsenblech 20a vorhanden ist, um eine Anströmung der Charge 11a von unten her zu ermöglichen.

Die Antriebsmotoren der Ventilatoren 10 können regelbar ausgebildet sein, um die Kühlgasgeschwindigkeit in der Kühlkammer 3 den Erfordernissen entsprechend wählen zu können. Der maximale Kühlgasdruck liegt in der Regel bei zwei bar abs. Er kann erforderlichenfalls auch höher sein.

Bei dem neuen Industrieofen werden in der Kühlkammer 3 Kühlintensitäten erreicht, die denen von herkömmlichen und handelsüblichen Vakuumöfen mit Hochdruckgasabschreckung entsprechen. Herkömmliche Vakuumöfen, vorwiegend Einkammer-Öfen,

müssen beispielsweise mit fünf 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 zwei bar abs. erhältlich ist. Der entscheidende Vorteil der somit erzielbaren niedrigen Kühlgasdrücke liegt in einer wesentlichen Ersparnis von Kühlgas, insbesondere Stickstoff, während eines Wärmebehandlungszyklus, was eine entsprechend hohe Kostenersparnis bedeutet. Außerdem erlauben niedrige Kühlgasdrücke die Herstellung von kostengünstigen Anlagengehäusen, die keiner behördlichen Genehmigungspflicht unterliegen.

Erfindungsanspruch

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, gekennzeichnet dadurch, daß die Kühleinrichtung (17) in die 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 Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Düsen (35) unter Veränderung der Düsenanordnung und/oder des Düsendurchmessers und/oder des Düsenabstandes (36) gruppenweise austauschbar sind.
3. Industrieofen nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Abstand wenigstens einiger Düsen (35) von der Charge (11a) einstellbar ist.
4. Industrieofen nach den Punkten 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß wenigstens einige Düsen (35) in einer eine Prallströmung und/oder eine Parallelströmung des Kühlgases an der Charge (11a) ergebenden Ausrichtung angeordnet sind.

5. Industrieofen nach den Punkten 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Düsen (35) die Charge (11a) auf mehreren Seiten umgebend angeordnet sind.
6. Industrieofen nach den Punkten 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Kühleinrichtung (17) einen in der Kühlkammer (3) angeordneten, mit Kühlgas beaufschlagten Düsenkasten (18) aufweist, in den zumindest ein der Charge (11a) gegenüber angeordnetes Düsenblech (20; 20a) lösbar eingesetzt ist.
7. Industrieofen nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß der Düsenkasten (18) Führungseinrichtungen (19) aufweist, in die das Düsenblech (20; 20a) einschiebbar ist.
8. Industrieofen nach Punkt 6 oder 7, gekennzeichnet dadurch, daß das Düsenblech (20a) einen in das Innere der Kühlkammer (3) vorspringenden oder aus diesem zurückspringenden Bereich (40) aufweist.
9. Industrieofen nach den Punkten 6 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß der Düsenkasten (18) tunnelförmig ausgebildet und an seiner Innenwand durch Düsenbleche (20; 20a) begrenzt ist.
10. Industrieofen nach den Punkten 6 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß wenigstens ein Düsenblech (20; 20a) durch ein gasundurchlässiges Blindblech (21) ersetzt ist.
11. Industrieofen nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß

der Düsenkasten (18) auf wenigstens drei Innenseiten durch Düsenbleche (20; 20a) begrenzt ist, von denen zwei einander gegenüberliegend und das dritte Düsenblech zwischen den beiden anderen Düsenblechen angeordnet sind.

12. Industrieofen nach den Punkten 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß in der Kühlkammer 3 eine die Charge (11a) aufnehmende Hub- und Senkvorrichtung (29) angeordnet ist, durch die die Charge (11a) in einem vorbestimmten Abstand zu wenigstens einem Teil der Düsenmündungen bringbar ist.
13. Industrieofen nach den Punkten 6 bis 12, gekennzeichnet dadurch, daß der Düsenkasten (18) mit der Druckseite zumindest eines Ventilators (10; 23) einer den Wärmetauscher (25) enthaltenden Gasumwälzeinrichtung verbunden ist.
14. Industrieofen nach Punkt 13, gekennzeichnet dadurch, daß die Kühlkammer (3) mit der Heizkammer (2) in einem gemeinsamen Gehäuse (1) angeordnet ist und der Ventilator oder die Ventilatoren an dem Gehäuse (1) radial am vorderen Bereich der Kühlkammer (3) angebracht ist bzw. sind.

Hierzu 11 Seiten Zeichnungen

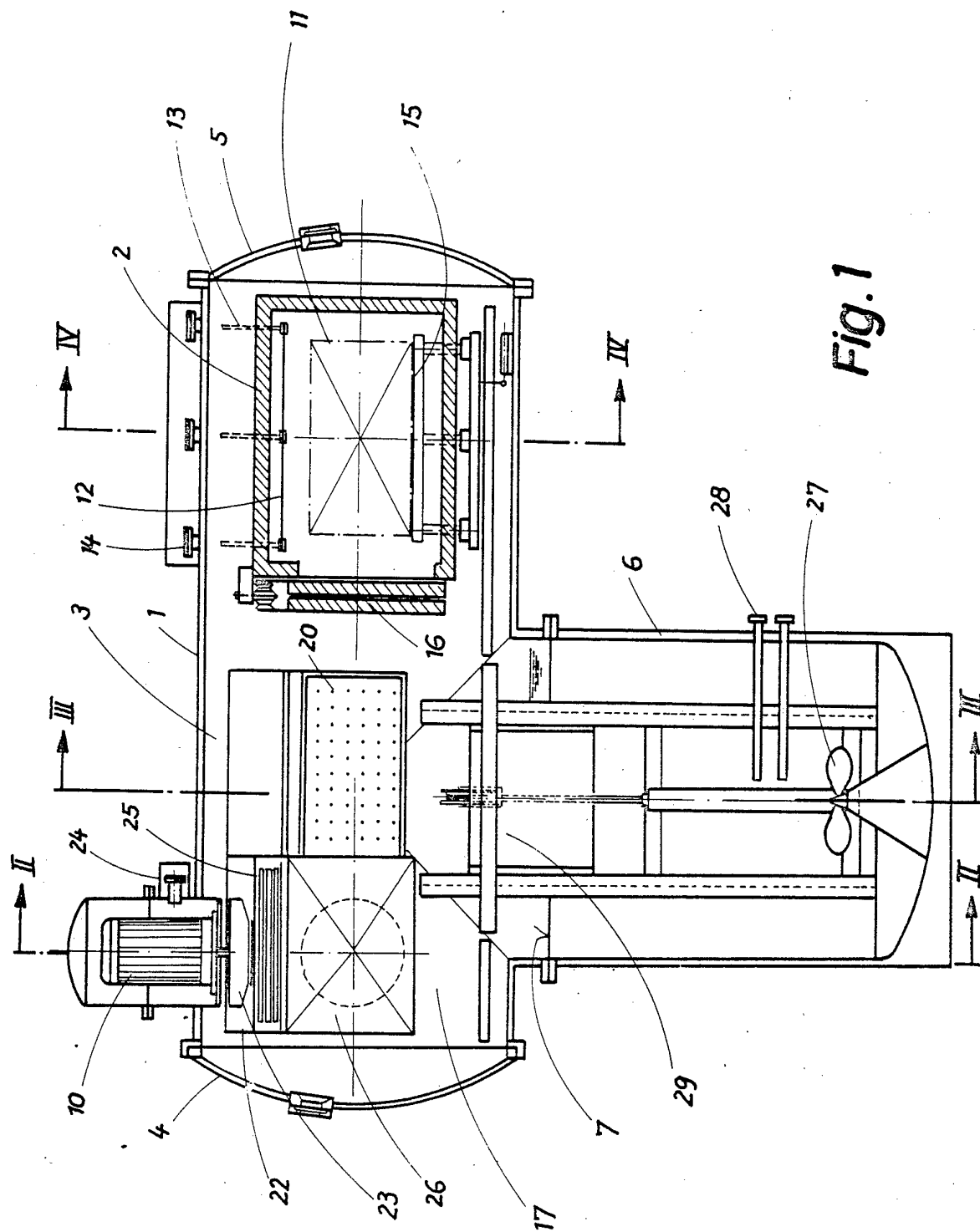


Fig. 1

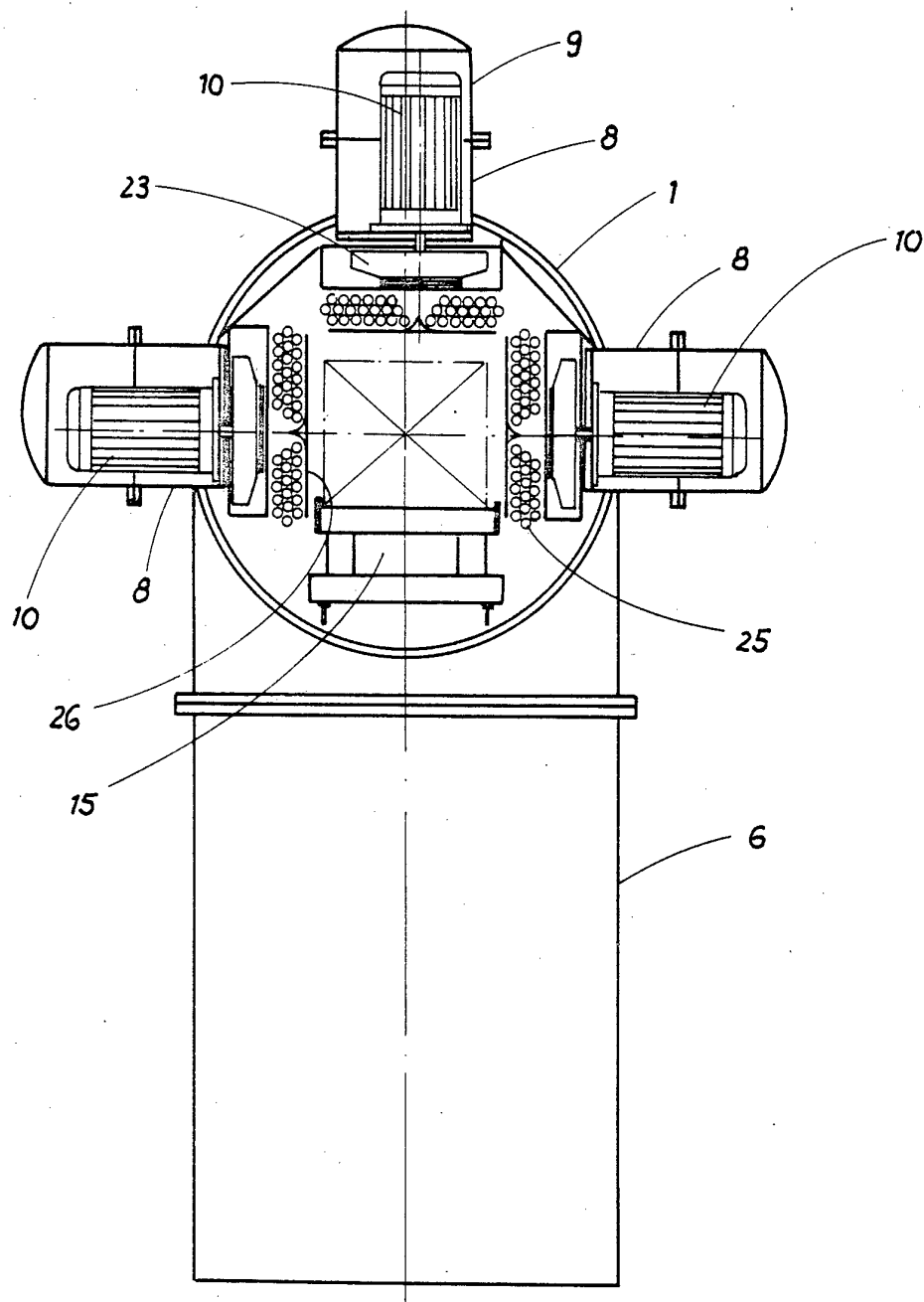


Fig. 2

30 JAN 1985 * 229061

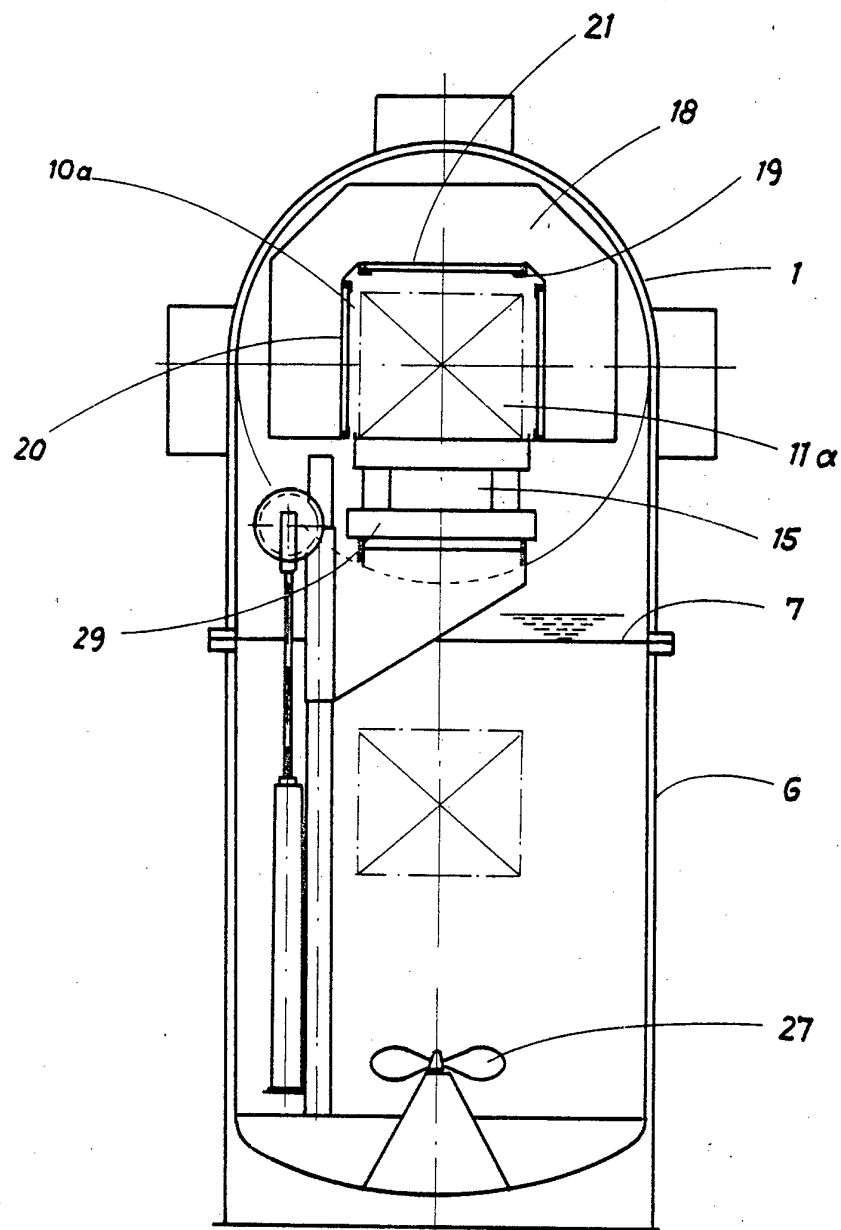


Fig. 3

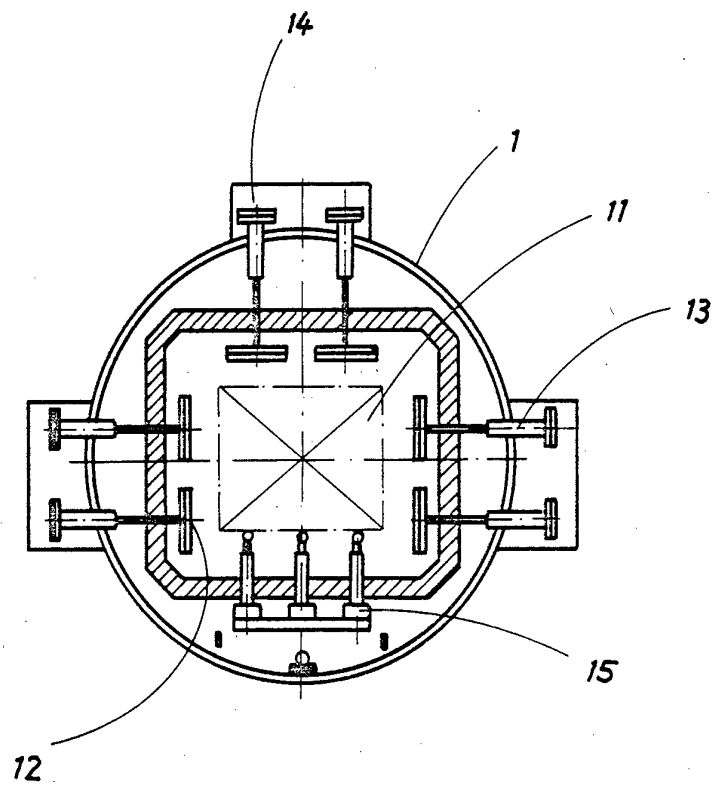


Fig. 4

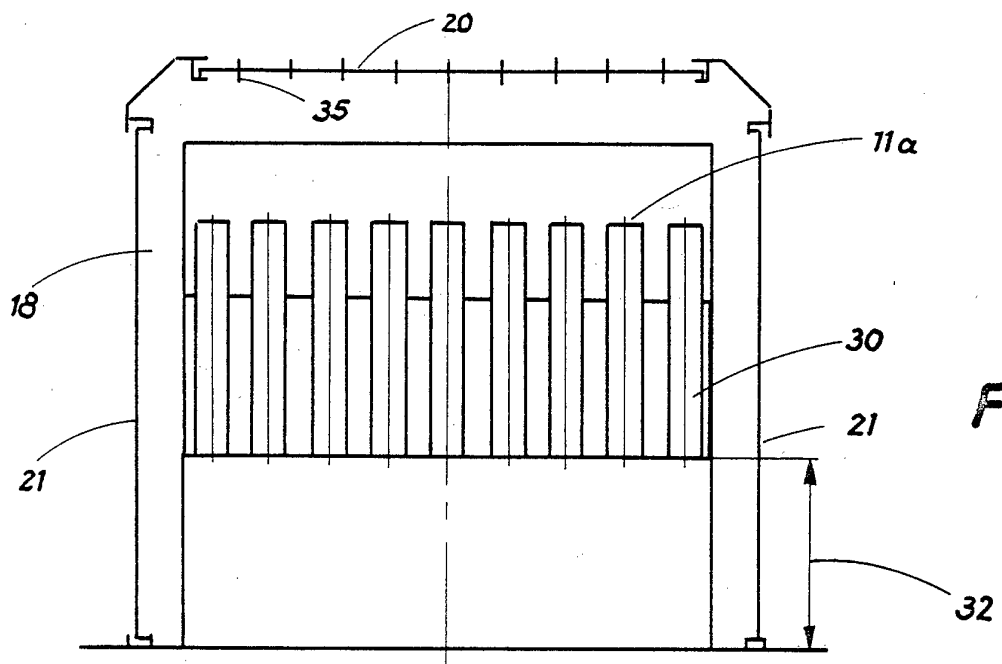


Fig. 5

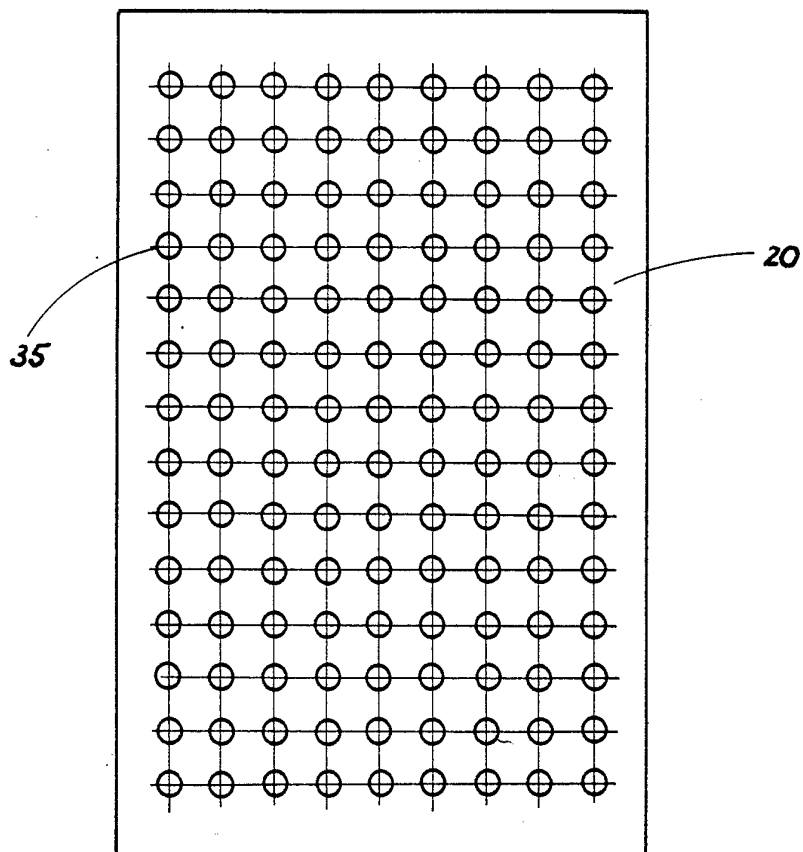


Fig. 6

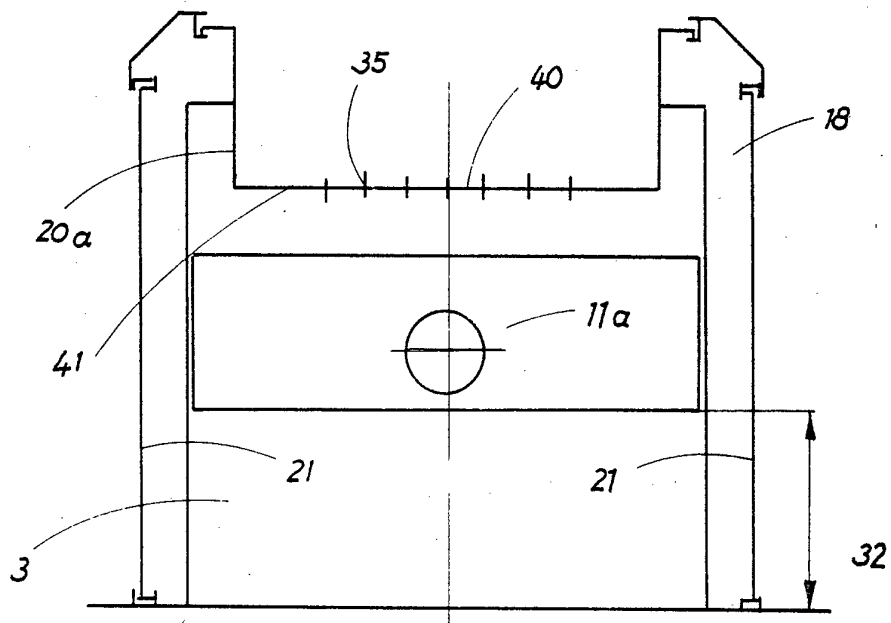


Fig. 7

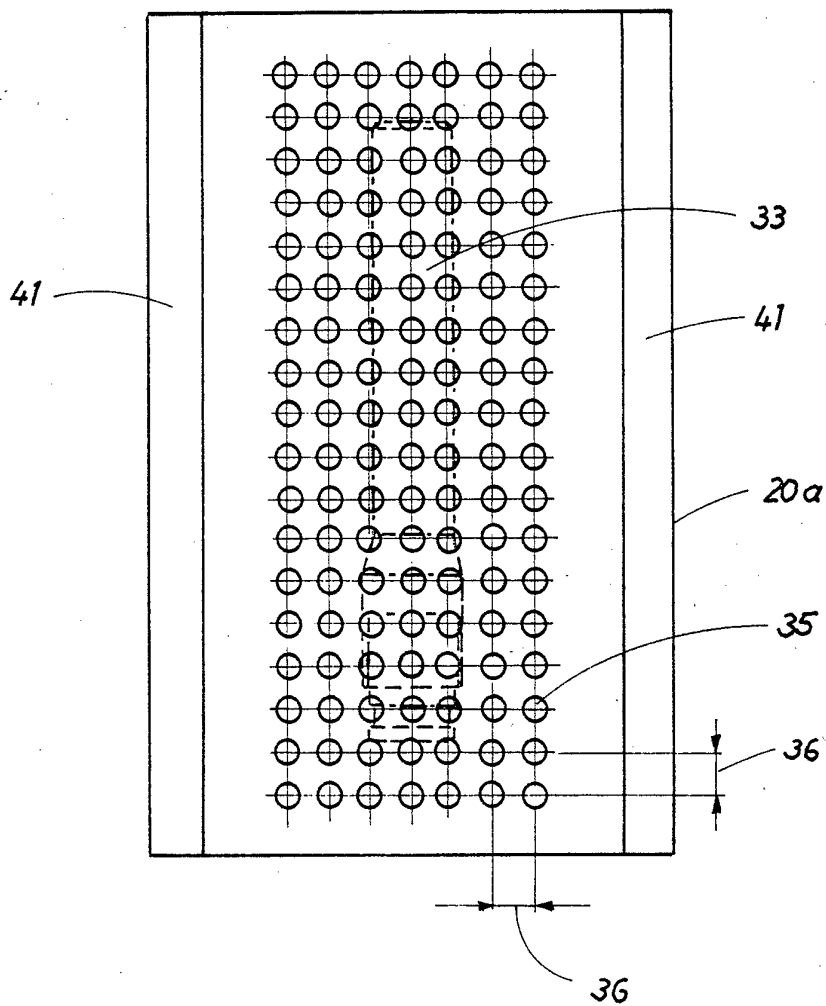


Fig. 8

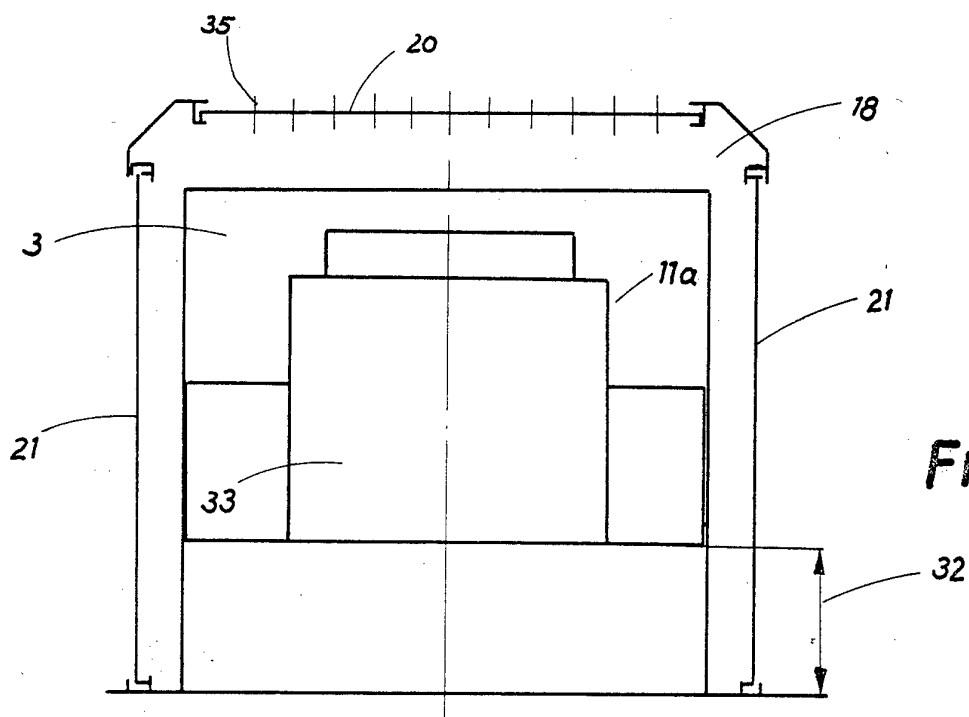


Fig. 9

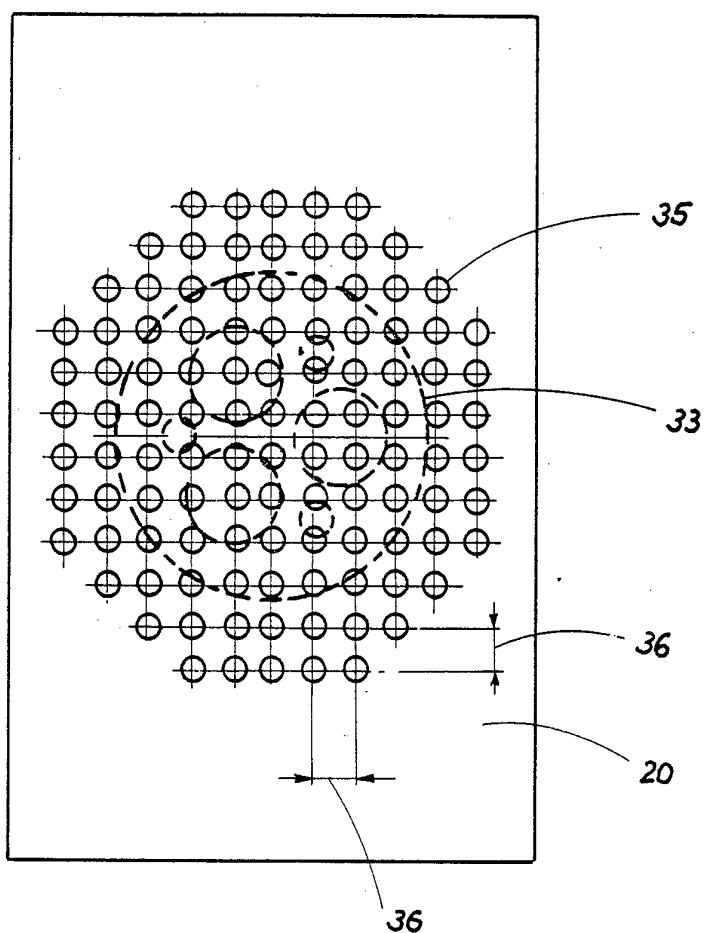


Fig. 10

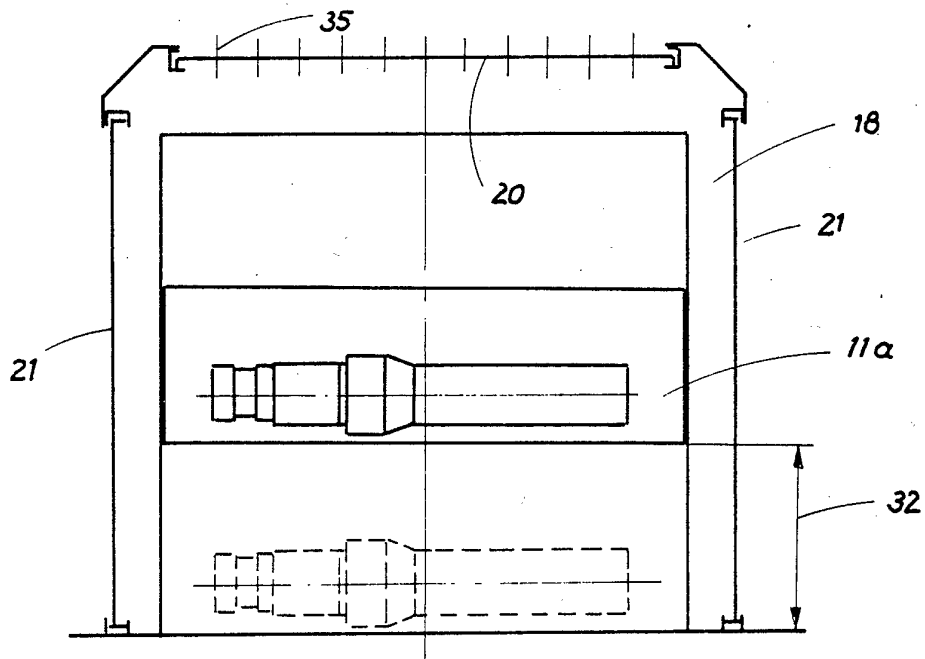


Fig. 11

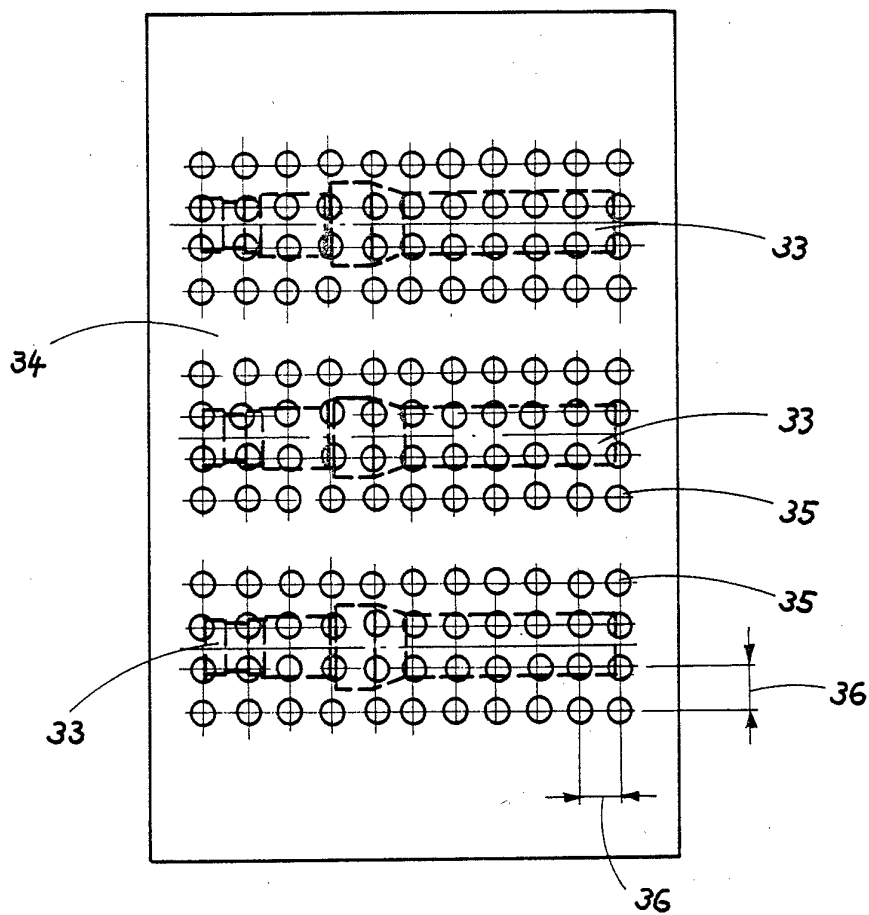


Fig. 12

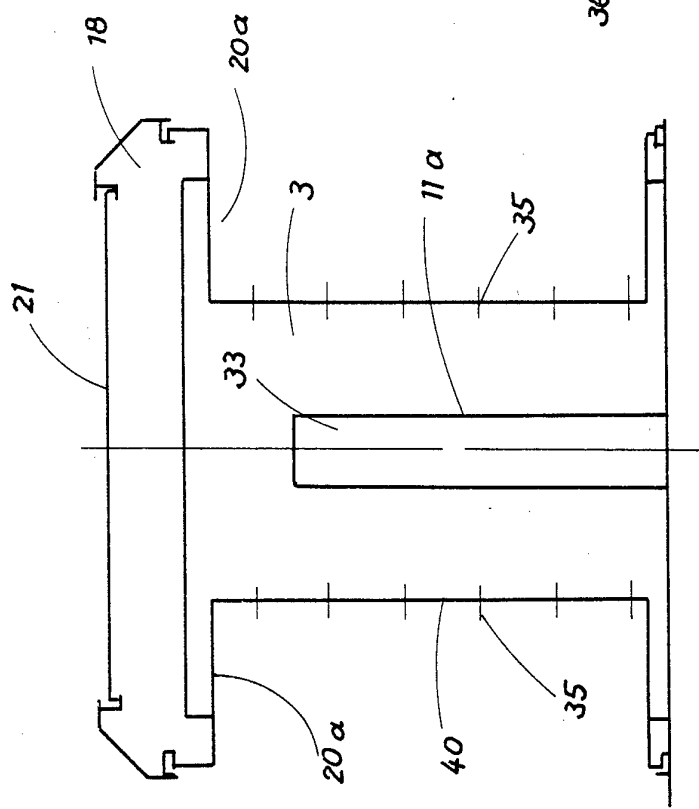


Fig. 13

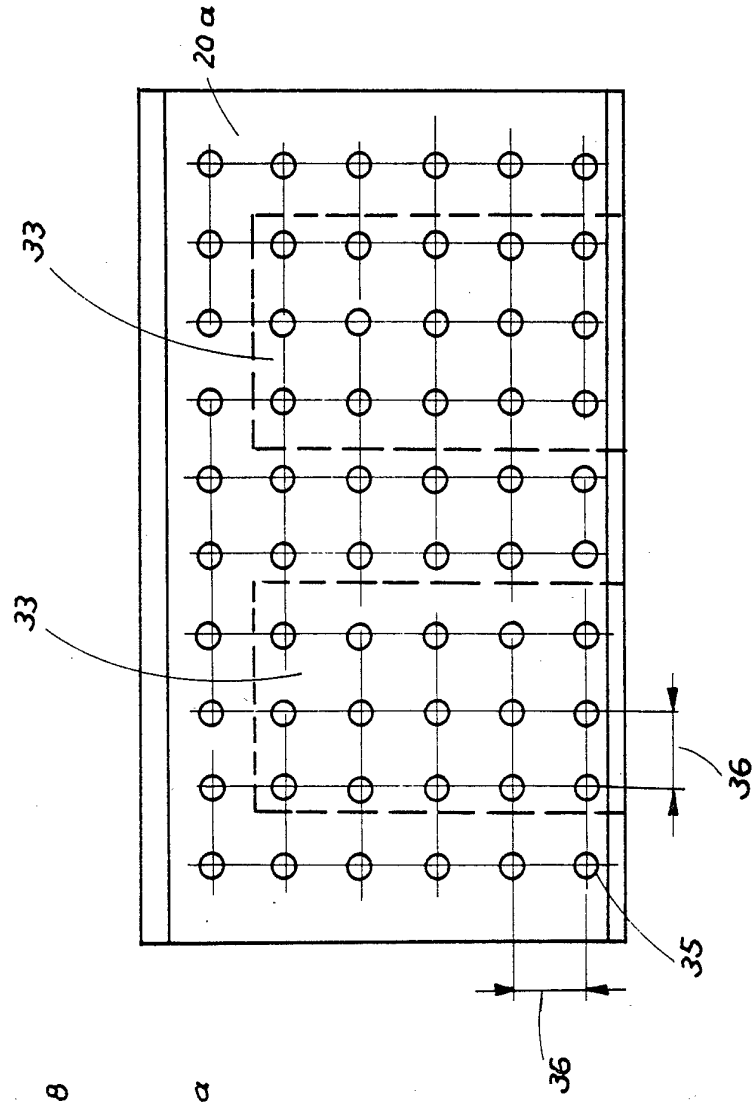


Fig. 14

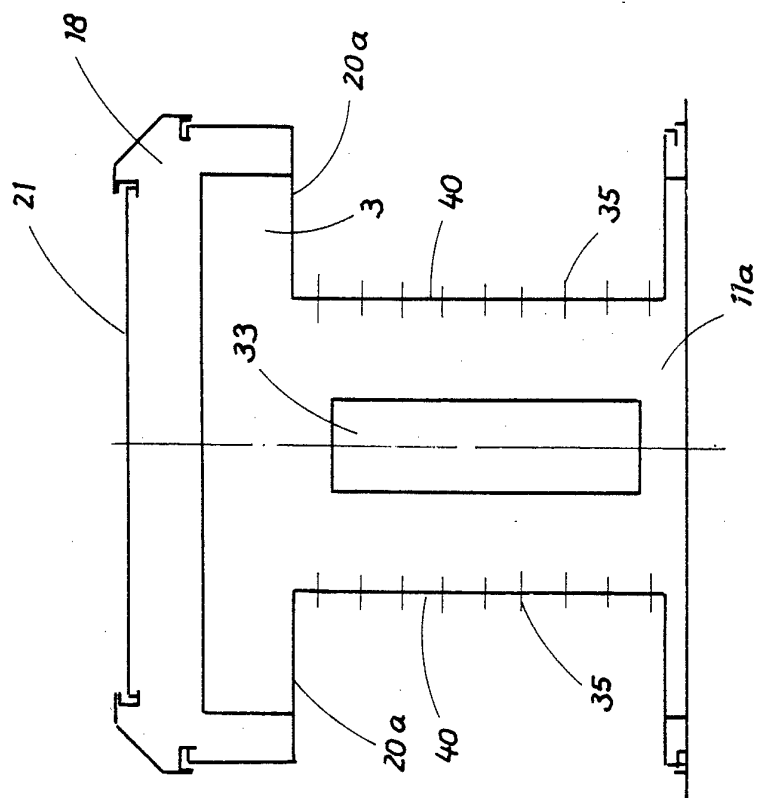


Fig. 15

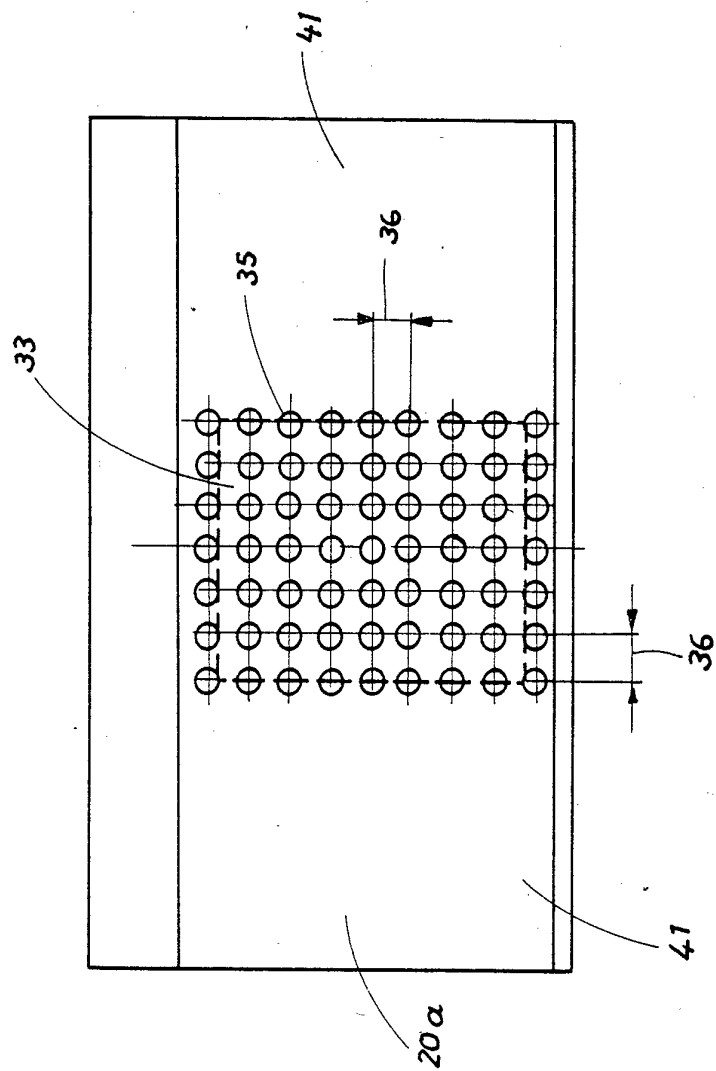


Fig. 16

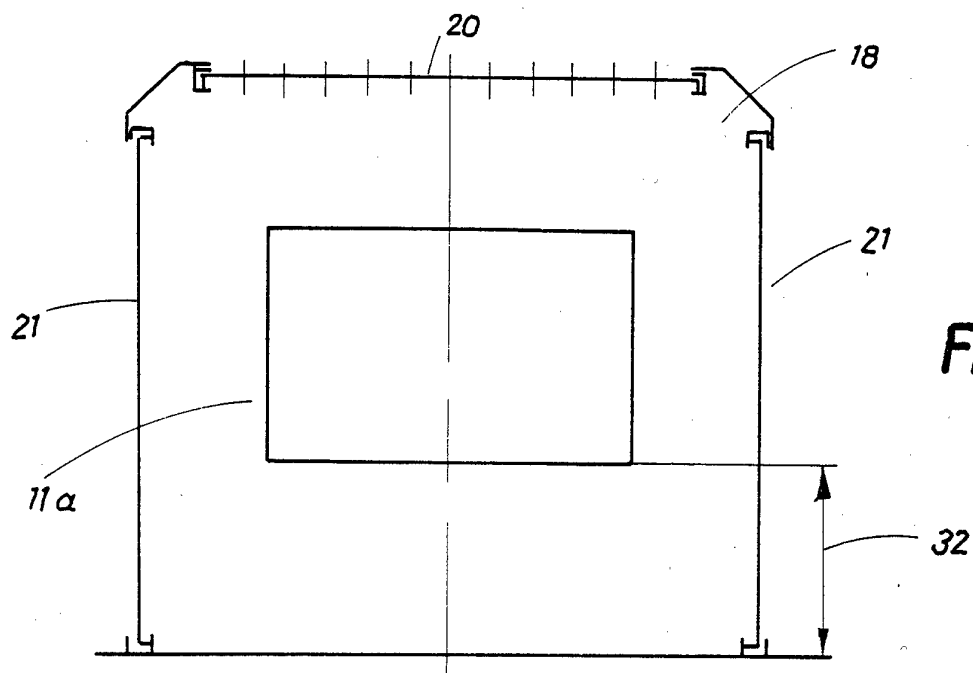


Fig. 17

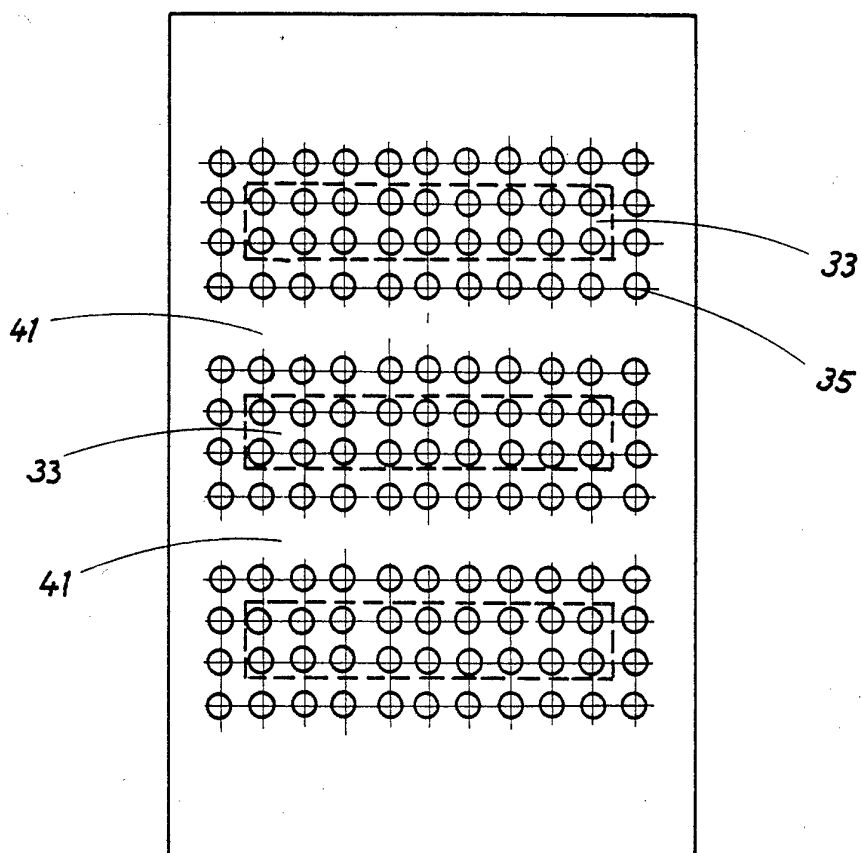


Fig. 18