



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
13.07.94 Patentblatt 94/28

⑤① Int. Cl.⁵ : **B21B 45/02**

②① Anmeldenummer : **92107559.4**

②② Anmeldetag : **05.05.92**

⑤④ **Vorrichtung zum Kühlen eines flächenhaften Gutes, insbesondere eines Metallbandes.**

③⑩ Priorität : **16.05.91 DE 4116019**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
19.11.92 Patentblatt 92/47

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
13.07.94 Patentblatt 94/28

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE ES FR IT SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
FR-A- 2 552 448
JP-A-56 020 126
US-A- 1 998 192
US-A- 2 067 514
US-A- 3 687 145
US-A- 3 998 084

⑦③ Patentinhaber : **SUNDWIGER EISENHÜTTE**
MASCHINENFABRIK GmbH & CO.
Stephanopeler Strasse 22
D-58675 Hemer (DE)

⑦② Erfinder : **Kramer, Carl, Prof. Dr. Ing.**
Am Chorusberg 8
W-5100 Aachen (DE)
Erfinder : **Konrath, Bernd**
Lousbergstrasse 56
W-5100 Aachen (DE)
Erfinder : **Berger, Bernd, Dr. Ing.**
Am Grünen Weg 17
W-4044 Kaarst (DE)
Erfinder : **Reinthal, Peter**
Altenaer Strasse 134
W-5870 Hemer (DE)

⑦④ Vertreter : **Cohausz & Florack Patentanwälte**
Postfach 33 02 29
D-40435 Düsseldorf (DE)

EP 0 513 631 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 bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Kühlung eines flächenhaften Gutes, insbesondere eines Metallbandes, mit beidseitig angeordneten Flüssigkeitsdüsen.

In vielen Bereichen der Technik, insbesondere bei der Halbzeugverarbeitung in der Metallindustrie, besteht die Aufgabe, ein flächenhaftes Gut, wie zum Beispiel ein Metallband oder eine Metallplatte, möglichst intensiv durch Aufbringen einer Kühlflüssigkeit zu kühlen. Als Kühlflüssigkeit wird zum Beispiel in der Leichtmetallindustrie beim Vergüten von Bändern und Platten aus Leichtmetalllegierungen Wasser verwendet. Beim Walzen von Bändern aus Leichtmetalllegierungen, Schwermetalllegierungen oder Stahl verwendet man als Kühlflüssigkeit entweder Walzöl oder eine Walzemulsion. Um eine möglichst gute Kühlwirkung zu erreichen, werden bei einer bekannten Vorrichtung mittels maximal in drei Reihen quer zur Bandlaufrichtung angeordneten Flachstrahldüsen große Kühlmittelvolumenströme unter hohem Druck auf das Band aufgebracht. Die damit zu erreichende Kühlwirkung genügt jedoch den heutigen Anforderungen nach möglichst hohen Leistungen beim Walzen von Bändern nicht. Untersuchungen haben zwar gezeigt, daß sich die Kühlwirkung mit höheren Drücken verbessern läßt, doch ist damit wegen des sich bei dem aus Verschmutzungsgründen mindestens einzuhaltenden Düsendurchmesser auch ein sehr hoher Volumenstrom verbunden, der hohe Antriebsleistungen für die Zufuhr der Kühlflüssigkeit erforderlich macht.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Kühlung eines flächenhaften Gutes zu schaffen, mit der bei vergleichsweise geringer Leistung für die Zufuhr der Kühlflüssigkeit eine erheblich höhere Kühlwirkung als mit den Flachstrahldüsen nach dem Stand der Technik zu erzielen ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Düsen Vollstrahldüsen sind, deren Düsendruck und Düsendurchmesser jeweils derart auf deren Abstand von der Oberfläche des zu kühlenden Gutes sowie die Dicke der sich auf dieser Oberfläche einstellenden Flüssigkeitsschicht abgestimmt sind, daß rings um den Auftreffpunkt des jeweiligen Flüssigkeitsvollstrahles ein Bereich mit schießender Strömung besteht.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung treffen die Flüssigkeitsvollstrahlen mit der Austrittsgeschwindigkeit aus den Düsen als Prallstrahlen auf die Oberfläche des zu kühlenden Gutes auf, wo sie umgelenkt werden, wobei sich aufgrund der hohen Tangentialgeschwindigkeit ein Bereich mit schießender Strömung einstellt. Wegen der hohen Strömungsgeschwindigkeit in diesem Bereich ist die Kühlwirkung außerordentlich hoch. Bei schießender Strömung ist nämlich die Strömungsgeschwindigkeit höher als die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit. Die aufgrund der niedrigen Strömungsgeschwindigkeit sich aufbauende größere Flüssigkeitsschichthöhe kann sich also, da diese Schichthöhe wie eine Welle der schießenden Strömung entgegenläuft, erst dort einstellen, wo die Strömungsgeschwindigkeit der schießenden Strömung unter die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit abgesunken ist. Durch entsprechende Einstellung des Düsendruckes, des Düsendurchmessers und des Abstandes der Düse von der Oberfläche des zu kühlenden Gutes läßt sich also bestimmen, wie groß der Bereich der schießenden Strömung sein soll. Die Ausbildung eines Bereiches mit schießender Strömung ist eine Besonderheit, die nur bei einer Flüssigkeitsströmung mit Grenzfläche zum umgebenden Gasraum auftritt. Vergleichende Untersuchungen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und einer Vorrichtung mit Flachstrahldüsen haben ergeben, daß trotz des erheblich besseren Wärmeüberganges der Flüssigkeitsstrahlen der Flachstrahldüsen an den Auftreffstellen im Vergleich zu den Auftreffstellen der Flüssigkeitsstrahlen der Vollstrahldüsen die Kühlwirkung bezogen auf die gesamte Fläche des zu kühlenden Gutes bei der Erfindung um 30 % besser war.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2-5 gekennzeichnet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert, die als typischen Anwendungsfall eine Vorrichtung zum Kühlen eines in einem Walzgerüst zu walzenden Metallbandes zeigt. Im einzelnen zeigen:

- Figur 1 eine ober- und unterseitig eines Metallbandes an der Auslaufseite eines Walzwerkes angeordnete Vorrichtung zum Kühlen des Metallbandes in Seitenansicht,
- Figur 2 die unterseitige Vorrichtung zum Kühlen des Metallbandes gemäß Figur 1 in Aufsicht,
- Figur 3 die oberseitige Vorrichtung zum Kühlen des Metallbandes gemäß Figur 1 mit Flüssigkeitsvollstrahlen und Strömungsfeld auf der Oberfläche eines zu kühlenden Bandes in einer perspektivischen Prinzipdarstellung,
- Figur 4 eine Vollstrahldüse mit Flüssigkeitsvollstrahl und schießender Strömung auf der Oberfläche des zu kühlenden Bandes im Schnitt **und**
- Figur 5 ein Diagramm für das Verhältnis des Durchmessers des Bereiches mit schießender Strömung zu dem Düsendurchmesser in Abhängigkeit vom Druck des Flüssigkeitsvollstrahles bei verschiedenen Verhältnissen des Düsenabstandes von der Oberfläche des zu kühlenden Bandes und des Düsendurchmessers.

Gemäß der Darstellung der Figur 1 ist im Auslaufbereich eines Walzgerüsts 1 beidseitig eines aus dem Walzgerüst kommenden, horizontal geführten und zu kühlenden Metallbandes 2 eine Vorrichtung 3,4 zum Kühlen des Metallbandes 2 angeordnet. Beide Vorrichtungen 3,4 lassen sich mittels in der Zeichnung nur ange-

deuteter Mittel 5-8 in Bandlaufrichtung verlagern, um deren Abstand von dem Walzgerüst 1 und/oder Metallband 2 einstellen zu können.

Hauptbestandteil einer jeden Vorrichtung 3,4 ist eine Platte 9,10, die mit einer Vielzahl von Vollstrahldüsen 11a,11b,12a,12b bestückt ist, die über in den Platten 9,10 angeordnete Kanäle 13a,13b,14a,14b mit einer Kühlflüssigkeit versorgt werden und aus denen ein Flüssigkeitsvollstrahl als Prallstrahl senkrecht auf die Oberflächen des Metallbandes 2 austritt. Die Platten 9,10 sind so ausgelegt, daß sie die Funktion der sonst erforderlichen stabilen Führungsplatten übernehmen. Die Vollstrahldüsen 13a,13b,14a, 14b sind regelmäßig in der Platte 9,10 verteilt angeordnet, insbesondere an den Ecken von aneinandergereihten Rechtecken, insbesondere Quadraten, oder Dreiecken, so daß sich zwischen ihnen Abströmkanäle bilden. Bei der unteren Platte sind zur Erleichterung der Abströmung der Kühlflüssigkeit im Bereich zwischen den Düsen Abströmkanäle als nutenartige Vertiefungen 15 ausgebildet. Insbesondere bei großen Arbeitsbreiten kann es vorteilhaft sein, diese Abströmkanäle von der Mitte zum Rand hin mit zunehmendem Querschnitt auszuführen. Diese Querschnittszunahme kann für bestimmte Längenabschnitte in Stufen oder kontinuierlich erfolgen. Wie Figur 1 erkennen läßt, sind die Vollstrahldüsen 11a,11b,12a,12b in Ansenkungen 16a,16b,17a,17b eingesetzt, so daß sie mit ihrer Stirnseite gegenüber der Oberfläche der Platte 9,10 zurückversetzt sind und dadurch vor Beschädigungen durch Bandkontakt geschützt sind. Der Figur 1 ist weiter zu entnehmen, daß in Bandlaufrichtung der Abstand der Düsen 11a,11b,12a,12b vom Metallband 2 zunimmt und der Düsenquerschnitt größer wird.

Bei aus den Vollstrahldüsen 11 austretenden und senkrecht auf die Oberfläche des Metallbandes 2 auftreffenden Prallstrahlen 18 bildet sich auf der Oberfläche des Metallbandes 2 das in Figur 3 dargestellte Strömungsfeld aus. Gemäß Figur 4 ändert sich das Geschwindigkeitsprofil VP des Prallstrahles 18 vom Austritt aus der Düse 11 bis zum Auftreffen auf die Oberfläche 2a des zu kühlenden Metallbandes 2 nicht, weil wegen des großen Dichteunterschiedes zur umgebenden Luft praktisch keine Vermischung der Kühlflüssigkeit mit der umgebenden Luft stattfindet. Ebenfalls bei der radialen Abströmung von der Stauzone SZ im Bereich des Strahlauftreffpunktes wird die Ausbreitung der Flüssigkeitsströmung an der Oberfläche 2a nicht merklich durch Mischung mit der Umgebungsluft beeinflusst. Daher kann sich solange eine schießende Strömung SS an der Oberfläche 2a ausbilden, wie die Kühlflüssigkeitsströmung noch nicht durch die Reibungswirkung an der Oberfläche unter eine Geschwindigkeit V_{SS} abgebremst worden ist, die geringer ist als die Ausbreitungsgeschwindigkeit V_w einer gegenläufigen Welle.

Quantitativ ist der Zusammenhang zwischen dem Durchmesser D des Bereiches schießender Strömung SS und dem Düsendurchmesser d sowie zwischen dem Abstand H der Düse 11 und der Oberfläche 2a des zu kühlenden Bandes 2 in Figur 5 dargestellt. Mit h_w ist die Höhe der Flüssigkeitswelle bezeichnet, die sich am Ende des Bereiches schießender Strömung ausbildet.

Wie in Figur 3 dargestellt worden ist, bildet sich um den Auftreffpunkt eines jeden Prallstrahles 18, das heißt um die primäre Stauzone, ein Bereich SS schießender Strömung aus. Zwischen den verschiedenen Bereichen bildet sich eine Sekundärstauzone SSZ aus, wo die schießenden Strömungen aufeinandertreffen und von der Oberfläche 2a senkrecht abgelenkt werden. Über diese Sekundärstauzonen SSZ strömt die Kühlflüssigkeit zu den Rändern ab. Damit die aus der Sekundärstauzone zurück auf die untere Platte 10 strömende Kühlflüssigkeit nicht die aus den Düsen 12a,12b austretenden Prallstrahlen 18 behindert, ist die untere Platte 10, wie beschrieben, mit den zu den Rändern der Platte 10 offenen Abströmkanälen 15 versehen. Entsprechende Maßnahmen brauchen für die obere Platte 4 nicht vorgesehen zu sein, weil hier die Kühlflüssigkeit über die sich auf der Oberfläche des Metallbandes 2 ausbildenden Sekundärstauzonen SSZ unmittelbar zu den seitlichen Rändern abfließen kann.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen in der verbesserten Kühlwirkung. Diese wiederum macht es möglich, daß im Falle von zu walzendem Metallband mit einer höheren Durchsatzleistung gearbeitet werden kann. Der für die verbesserte Kühlung erforderliche Aufwand ist vergleichsweise klein, weil für die Unterbringung der Vollstrahldüsen 11a,11b,12a,12b die ohnehin vorhandenen stabilen Führungsplatten 9,10 bei entsprechender Umgestaltung verwendet werden können, beziehungsweise die speziellen Platten zusätzlich die Funktion der sonst erforderlichen Führungsplatten übernehmen können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung eines flächenhaften Gutes, insbesondere eines Metallbandes (2), mit beidseitig angeordneten Flüssigkeitsdüsen (11a,11b,12a,12b),
dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeitsdüsen (11a,11b,12a,12b) Vollstrahldüsen sind, deren

Druck (p) und Düsendurchmesser (d) jeweils derart auf deren Abstand (H) von der Oberfläche (2a) des zu kühlenden Gutes (2) sowie die Dicke der sich auf der Oberfläche (2a) einstellenden Flüssigkeitsschicht abgestimmt sind, daß rings um den Auftreffpunkt des jeweiligen Prallstrahles (18) ein Bereich (SS) mit schießender Strömung besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeitsdüsen (11a, 11b, 12a, 12b) auf den Eckpunkten von aneinandergereihten Rechtecken, insbesondere Quadraten, liegen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeitsdüsen (11a, 11b, 12a, 12b) an den Eckpunkten von aneinandergereihten, insbesondere gleichseitigen Dreiecken, liegen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand zwischen zwei benachbarten Flüssigkeitsdüsen (11a, 11b, 12a, 12b) im Bereich von $8 < \text{Düsenabstand (H)}/\text{Düsendurchmesser (d)} < 30$ liegt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei im wesentlichen horizontaler Lage des zu kühlenden Gutes (2) die Flüssigkeitsdüsen (12a, 12b) zur Beaufschlagung der Unterseite des zu kühlenden Gutes (2) in einer Platte (10) angeordnet sind, die mit Abströmkanälen (15) zwischen den Flüssigkeitsdüsen (11a, 11b) für die mit den Flüssigkeitsdüsen (11a, 11b) auf die Unterseite aufgebrachte Kühlflüssigkeit versehen ist, welche der Form und der Lage der sich auf der Unterseite ausbildenden Sekundärstauzonen (SSZ) entsprechen.

Claims

1. A device for cooling a laminar material, more particularly a metal strip (2), by liquid nozzles (11a, 11b, 12a, 12b) disposed on both sides, characterized in that the liquid nozzles (11a, 11b, 12a, 12b) are full-jet nozzles whose pressure (p) and nozzle diameter (d) are each so adapted to their distance (H) from the surface (2a) of the material (2) to be cooled and the thickness of the liquid layer forming on the surface (2a) that a zone (SS) of shooting flow is formed around the point of impingement of the particular rebounding jet (18).
2. A device according to claim 1, characterized in that the liquid nozzles (11a, 11b, 12a, 12b) are disposed at the corner points of successively disposed rectangles, more particularly squares.
3. A device according to claim 1, characterized in that the liquid nozzles (11a, 11b, 12a, 12b) are disposed at the corner points of successively disposed, more particularly equilateral triangles.
4. A device according to one of claims 1 to 3, characterized in that the distance between two adjoining liquid nozzles (11a, 11b, 12a, 12b) lies in the range of $8 < \text{nozzle distance (H)}/\text{nozzle diameter (d)} < 30$.
5. A device according to one of claims 1 to 4, characterized in that with the material (2) to be cooled in the substantially horizontally position, the liquid nozzles (12a, 12b) for acting upon the underside of the material (2) to be cooled are disposed in a plate (10) formed between the liquid nozzles (11a, 11b) with discharge channels (15) which are provided for the cooling liquid applied to the underside by said liquid nozzles (11a, 11b) and which correspond in shape and position to the secondary damming zones (SSZ) forming on the underside.

Revendications

1. Dispositif pour le refroidissement d'un produit plat, notamment d'une bande métallique (2) comprenant des buses de liquide (11a, 11b, 12a, 12b) agencées sur les deux faces, caractérisé en ce que les buses de liquide (11a, 11b, 12a, 12b) sont des buses à jet plein dont la pression (p) et le diamètre (d) sont calculés, en fonction de leur distance (R1) à la surface (2a) du produit (2) à refroidir, ainsi qu'en fonction de l'épaisseur de la couche de liquide à établir sur la surface (2a), de telle manière qu'il existe une région d'écoulement balistique tout autour du point d'impact du jet percutant.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les buses de liquide (11a, 11b, 12a, 12b) se trouvent aux angles de rectangles, notamment de carrés, juxtaposés en rangées.
- 5 3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les buses de liquide (11a, 11b, 12a, 12b) sont situées aux angles de triangles, notamment équilatéraux, juxtaposés en rangées.
- 10 4. Dispositif selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la distance entre deux buses de liquide (11a, 11b, 12a, 12b) adjacentes est dans l'intervalle $8 < \text{écartement (H) des buses/diamètre (d) des buses} > 30$.
- 15 5. Dispositif selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, dans le cas où la position du produit (2) à refroidir est sensiblement horizontale, les buses de liquide (12a, 12b) destinées à arroser la face inférieure du produit (2) à refroidir sont disposées dans une plaque (10) qui est munie de canaux d'écoulement (15) situés entre les buses de liquide (11a, 11b) destinées à guider le liquide de refroidissement projeté contre la face inférieure par les buses de liquide (11a, 11b), canaux qui présentent la forme et la disposition des zones de retenue secondaires (SSZ) qui se forment sur la face inférieure.

20

25

30

35

40

45

50

55

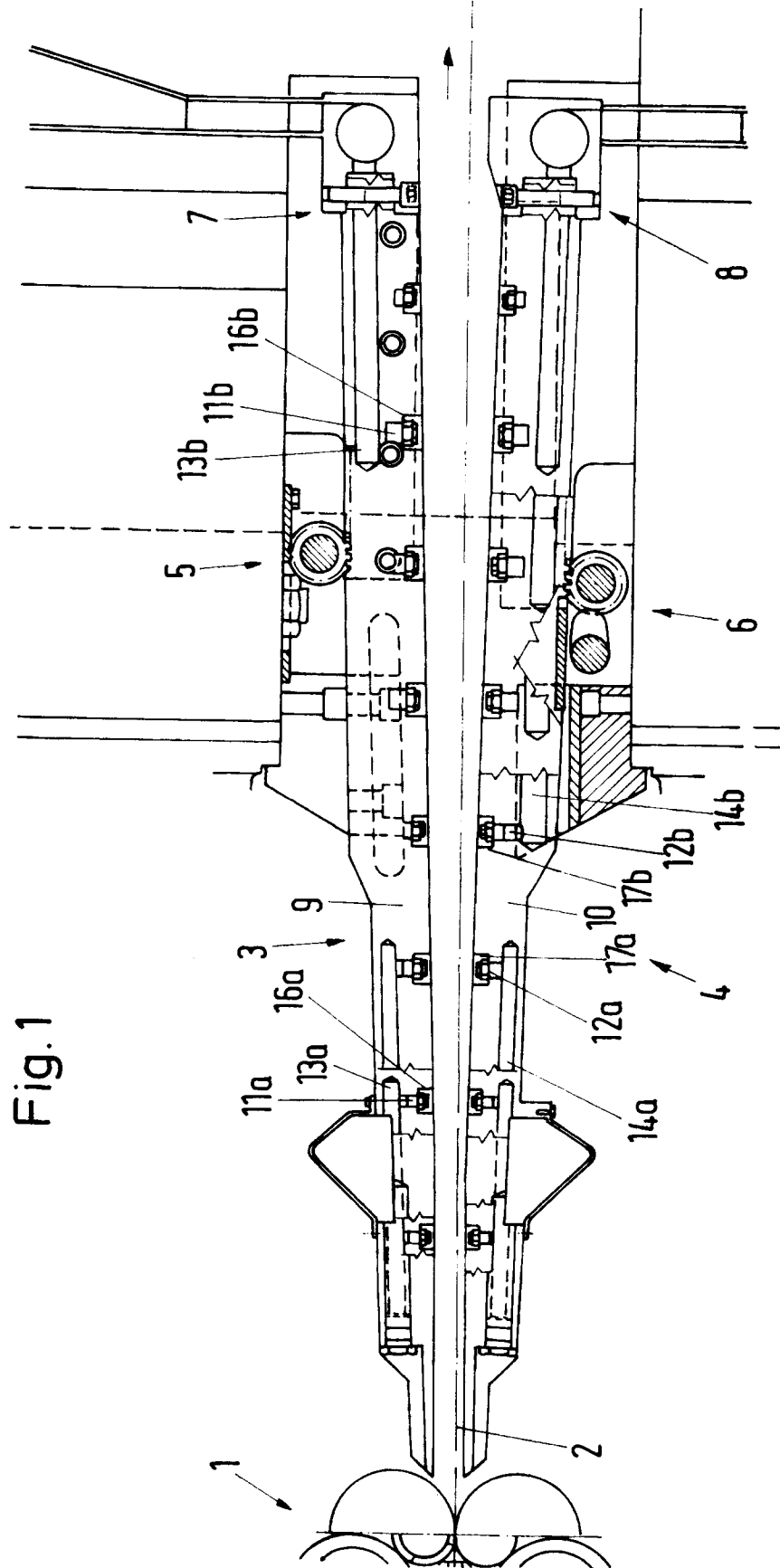
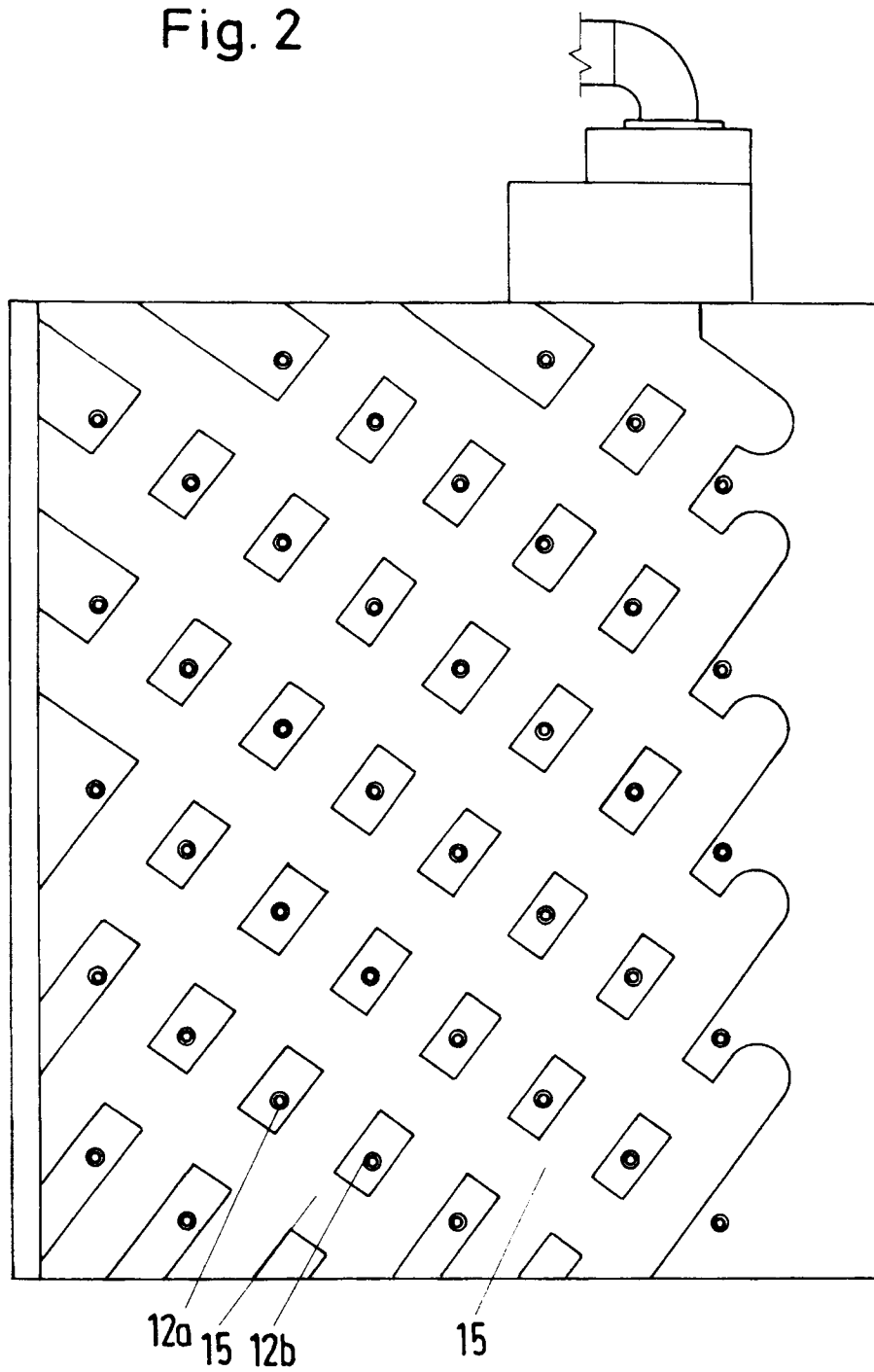


Fig. 1

Fig. 2



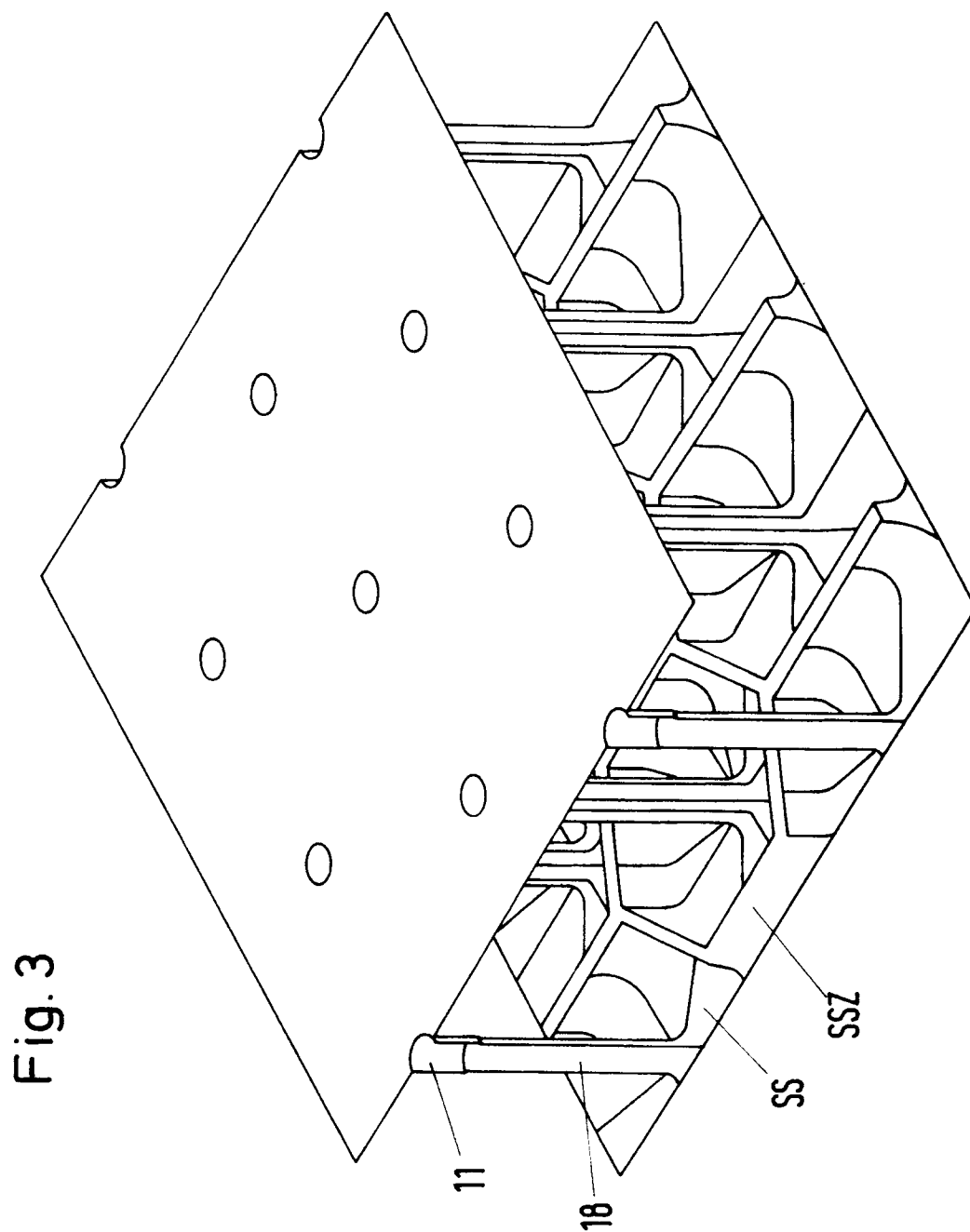


Fig. 4

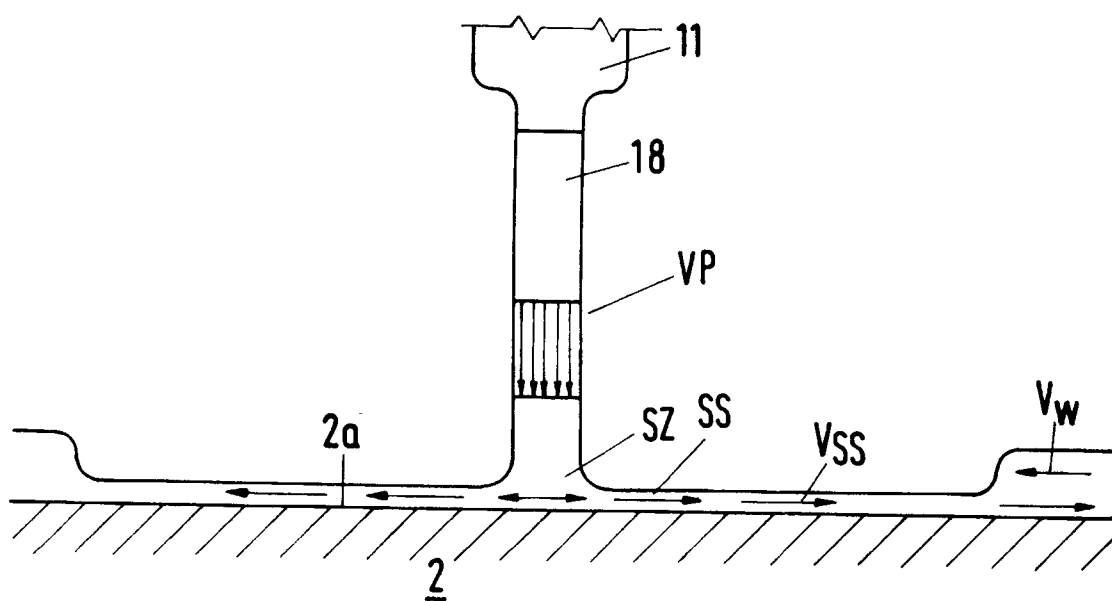


Fig. 5

