

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 546 315 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92118798.5**

(51) Int. Cl.⁵: **F28B 1/02, F28B 9/10**

(22) Anmeldetag: **03.11.92**

(30) Priorität: **13.12.91 DE 4141132**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.06.93 Patentblatt 93/24

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **PREUSSENELEKTRA
AKTIENGESELLSCHAFT
Tresckowstrasse 5
W-3000 Hannover 91(DE)**

(72) Erfinder: **Scheurlen, Jerg, Dipl.-Ing.
Oppeltshofer Weg 13
W-7980 Ravensburg(DE)**

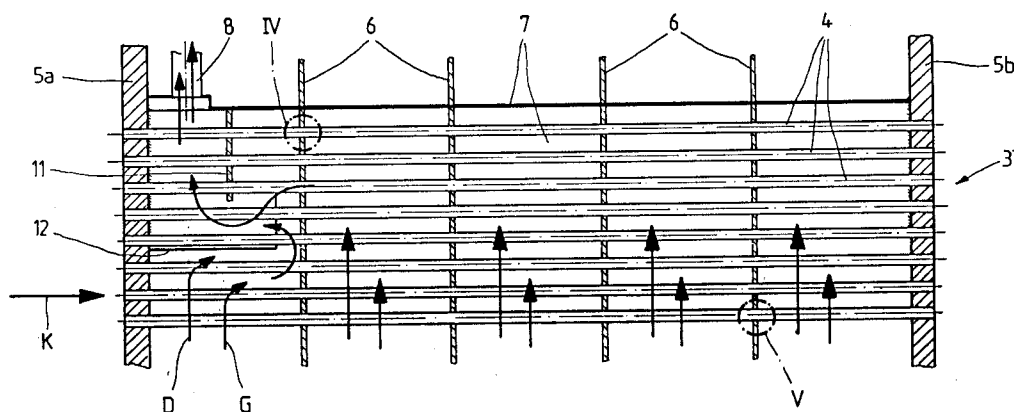
(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring
Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
W-4000 Düsseldorf 11 (DE)**

(54) **Dampfkondensator.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Dampfkondensator mit mindestens einem kühlwasserdurchströmten Rohrbündel, dessen Rohre (4) an ihren Enden in Rohrböden (5a,5b) befestigt und auf ihrer Länge durch mehrere Stützwände (6) unterstützt sind. Bei der Durchführung der Rohre (4) durch die Stützwände (6) ergeben sich konstruktionsbedingt Ringspalte (10). Im Dampfkondensator ist weiterhin ein Kühler

(3) für die nicht kondensierbaren Gase angeordnet, dessen Rohre (4) durch mindestens eine Abdeckung (7) von den darüberliegenden Rohren des Kondensators getrennt sind. Die Absaugung der nicht kondensierbaren Gase aus dem durch die Abdeckung (7) gebildeten Raum des Kühlers (3) erfolgt ausschließlich in der Nähe des kühlwassereintrittsseitigen Rohrbodens (5a).

Fig. 3



EP 0 546 315 A1

Die Erfindung betrifft einen Dampfkondensator mit mindestens einem kühlwasserdurchströmten Rohrbündel, dessen Rohre an ihren Enden in Rohrböden befestigt und auf ihrer Länge durch mehrere Stützwände unterstützt sind, wobei sich bei der Durchführung der Rohre durch die Stützwände konstruktionsbedingt Ringspalte zwischen der Rohrmantelfläche und der Innenwand der Bohrung in der Stützwand ergeben, und dem ein Kühler für die nicht kondensierbaren Gase zugeordnet ist, dessen Rohre durch mindestens eine Abdeckung von den darüberliegenden Rohren getrennt sind, wobei die nicht kondensierbaren Gase, insbesondere Luft, aus dem durch die Abdeckung gebildeten Raum abgesaugt werden.

Ein Dampfkondensator der voranstehend beschriebenen Art ist beispielsweise aus der EP-A 325 758 bekannt. Bei dieser bekannten Konstruktion werden die nicht kondensierbaren Gase über die gesamte Länge des Kühlers aus dem Kühler abgesaugt. Der Druck am Ende des Strömungsweges im Kondensator ist jedoch auf der Kühlwasseraustrittsseite höher als auf der Kühlwassereintrittsseite, weil dort die Temperaturdifferenz zwischen Dampf und Kühlwasser kleiner ist, also weniger Dampf strömt und kondensiert und deshalb die Druckverluste kleiner sind. Dadurch ist die Differenz zwischen dem Druck im jeweiligen Feld des Kondensators und dem Druck in der Saugleitung auf der Kühlwasseraustrittsseite größer als auf der Eintrittsseite. Bei dem bekannten Dampfkondensator werden deshalb die nicht kondensierbaren Gase primär aus den kühlwasseraustrittsseitigen Feldern des Kondensators abgesaugt, obwohl hier wegen der geringeren Kondensationsleistung weniger nicht kondensierbare Gase anfallen. Dies führt bei der bekannten Konstruktion zu dem Nachteil, daß bei einer knappen Auslegung des Kondensators und bei unerwarteten Lufteinbrüchen in den Kondensator ein Stau von nicht kondensierbaren Gasen im leistungsfähigsten Teil des Kondensators auftritt; dieser Stau von nicht kondensierbaren Gasen ist in diesem Teil des Kondensators besonders störend und führt deshalb zu einer besonders starken Verschlechterung des Kondensator-Wirkungsgrades.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, einen Dampfkondensator der eingangs beschriebenen Art derart weiterzubilden, daß die Absaugung der nicht kondensierbaren Gase aus dem Kühler des Kondensators ohne großen technischen Aufwand verbessert wird.

Die **Lösung** dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugung der nicht kondensierbaren Gase aus dem durch die Abdeckung gebildeten Raum des Kühlers ausschließlich in der Nähe des kühlwassereintrittsseitigen Rohrbodens erfolgt.

Durch diese erfindungsgemäße Absaugung werden die nicht kondensierbaren Gase vor ihrer Absaugung durch Strömung längs der Kühlerrohre an die kälteste Stelle des Kühlers, nämlich in die Nähe des Kühlwassereintritts geführt, so daß hier die größtmögliche Gemisch-Unterkühlung stattfindet, die durch die Restkondensation des Dampfanteils zu einer Verringerung des Anteils des abgesaugten Dampfes im Verhältnis zur abgesaugten Gesamtmenge und damit zu einem großen Anteil nicht kondensierbarer Gase führt. Als Ergebnis kann hierdurch die insgesamt zu installierende Leistung für die Absaugung reduziert werden, außerdem ist der Kondensator gegenüber eventuellen Lufteinbrüchen unempfindlicher als die bekannte Konstruktion.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung können die Ringspalte zwischen der Innenwand der in den Stützwänden vorgesehenen Bohrungen und der Mantelfläche der durch diese Bohrungen hindurchgeführten Rohre des Kühlers im Absaugebereich des Kühlers größer ausgeführt sein als im restlichen Bereich des Kühlers und des Kondensators. Hierdurch wird der mit der Erfindung erzielten Strömung der nicht kondensierbaren Gase längs der Rohre im Bereich des Kühlers Rechnung getragen. In Weiterbildung der Erfindung kann die Fläche der Ringspalte im Bereich des Kühlers von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden zunehmen. Hierdurch wird berücksichtigt, daß das Volumen der in Richtung auf den kühlwassereintrittsseitigen Rohrboden strömenden, nicht kondensierbaren Gase zunimmt. Die Fläche der Ringspalte kann hierbei dadurch vergrößert werden, daß entweder die Größe der Ringspalte zunimmt oder daß in den zum kühlwassereintrittsseitigen Rohrboden hin liegenden Stützwänden die Anzahl der vergrößerten Ringspalte pro Stützwand zunimmt. Mit der Erfindung wird weiterhin vorgeschlagen, im Bereich der Mündung der Absaugleitung eine zusätzliche Stützwand für einen Teil der Kühlerrohre anzuordnen. Diese zusätzliche Stützwand verhindert Querschwingungen der Rohre im Mündungsbereich der Absaugleitung, insbesondere bei einem Beginn der Evakuierung des Kondensators, bei dem verhältnismäßig große Luftmengen aus dem Kondensator durch die Absaugleitung abgezogen werden.

Mit der Erfindung wird schließlich vorgeschlagen, im Bereich der Mündung der Absaugleitung ein parallel zu den Kühlerrohren und über einen Teil der Länge der Kühlerrohre verlaufendes Leitblech anzuordnen, das an der Abdeckung befestigt ist. Dieses Leitblech bildet eine Art Schikane für das aus diesem ersten Feld kommende Dampf-Gasgemisch und verhindert weiterhin das Absaugen von zuviel Dampf aus dem ersten Feld des Kühlers trotz der in diesem Bereich des Kondensa-

tors größten Saugwirkung. In Verbindung mit der zusätzlichen Stützwand wird durch das Leitblech eine Querströmung der abzusaugenden Gase im Absaugbereich des Kühlers erzwungen.

Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Dampfkondensators dargestellt, und zwar zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch einen Teil eines Dampfkondensators,
- Fig. 2 einen vergrößert dargestellten Ausschnitt aus Fig. 1 im Bereich des Kühlers,
- Fig. 3 einen Schnitt durch den Kühler gemäß der Schnittlinie III - III in Fig. 2,
- Fig. 4 ein vergrößert dargestelltes Detail entsprechend dem Kreis IV in Fig. 3 und
- Fig. 5 ein weiteres Detail entsprechend dem Kreis V in Fig. 3.

Der in Fig. 1 dargestellte Teil eines Dampfkondensators zeigt ein durch strichpunktiert schraffierte Flächen angedeutetes Rohrbündel, das - ggf. gemeinsam mit weiteren Rohrbündeln - in einem auf der Zeichnung nicht dargestellten Kondensatorgehäuse angeordnet ist und von oben her mit Dampf beaufschlagt wird, der vom Abdampfstutzen einer Dampfturbine kommt und im Kondensator kondensiert werden soll. Um eine homogene Dampfströmung und eine möglichst gleichmäßige Beaufschlagung der das Rohrbündel bildenden Rohre des Dampfkondensators zu erzielen, werden sogenannte Dampfassen gebildet, so daß sich ein Querschnitt des Rohrbündels ergibt, wie er in Fig. 1 zu erkennen ist.

Entsprechend dieser Darstellung bildet das Rohrbündel zwei symmetrisch zu einer senkrechten Mittelachse angeordnete, im Querschnitt dreieckförmige Bündelhälften 1a und 1b, die oberhalb eines weiteren Bündelabschnittes 1c angeordnet sind. Beim Ausführungsbeispiel sind zwischen den Bündelhälften 1a bzw. 1b und dem Bündelabschnitt 1c Kondensatableitbleche 2 angeordnet. Mittig zwischen den Bündelhälften 1a und 1b und dem Bündelabschnitt 1c ist ein Kühler 3 vorgesehen, aus dem die nicht kondensierbaren Gase, insbesondere Luft aus dem Dampfkondensator abgesaugt werden. Der Kühlerbereich des Dampfkondensators ist vergrößert in den Fig. 2 bis 5 dargestellt.

Diese Darstellungen lassen erkennen, daß der Kühler 3 ebenso wie das durch die Bündelhälften 1a und 1b sowie durch den Bündelabschnitt 1c gebildete Rohrbündel des Dampfkondensators durch Rohre 4 gebildet wird, die an ihren Enden in Rohrböden 5a,5b spaltfrei befestigt sind. Diese Rohrböden 5a,5b sind im Schnitt in Fig. 3 zu erkennen. Die Fig. 3 zeigt weiterhin, daß die Rohre 4 auf ihrer Länge durch mehrere Stützwände 6

unterstützt sind, wobei sich bei der Durchführung der Rohre 4 durch diese Stützwände 6 konstruktionsbedingt Ringspalte 10 zwischen der Mantelfläche der Rohre 4 und der mit Bohrungen versehenen jeweiligen Stützwand 6 ergeben. Die Ringspalte 10 sind in Fig. 4 und 5 übertrieben groß gezeichnet. Sie haben normal eine Breite von 0,1 bis 0,2 mm, die vergrößerten Spalte ca. 0,5 bis 1 mm.

Wie insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht, sind die Rohre 4 des Kühlers 3 von den darüberliegenden Rohren der Bündelhälften 1a und 1b durch eine Abdeckung 7 getrennt, welche verhindert, daß zu kondensierender Dampf und von den Rohren der Bündelhälften 1a und 1b abtropfendes Kondensat von oben her in den Kühler 3 eintreten. Diese Abdeckung 7 ist auch in Fig. 3 eingezeichnet.

Der zu kondensierende, aus dem Abdampfstutzen einer Turbine kommende Dampf wird von oben her in den Dampfkondensator eingeführt. Er beaufschlagt demzufolge von oben kommend die Rohre des in die Bündelhälften 1a und 1b sowie in den Bündelabschnitt 1c aufgeteilten Rohrbündels, dessen Rohre 4 von Kühlwasser durchströmt sind. Die Durchströmung der Rohre 4 mit Kühlwasser K ist in Fig. 3 durch den waagerechten Pfeil angedeutet. Infolge der Temperaturdifferenz schlägt sich der Dampf an den kühlwasserdurchflossenen Rohren 4 nieder. Das Kondensat fließt bzw. tropft nach unten ab und gelangt auf diese Weise entweder auf die Kondensatableitbleche 2 oder auf den Boden des nicht dargestellten Kondensatorgehäuses, so daß es in den Wasser-Dampf-Kreislauf zurückgeführt werden kann.

Da der dem Kondensator zugeführte Dampf nicht kondensierbare Gase, insbesondere Luft, häufig flüchtige Alkalisierungsmittel (z.B. Ammoniak), geringe Mengen Edelgas und u.U. Wasserstoff enthält, wird durch Anordnung des Kühlers 3 dafür gesorgt, daß diese aus dem Dampfkondensator abgesaugt werden, um eine Ansammlung dieser nicht kondensierbaren Gase im Kondensator und damit eine Wirkungsgradverschlechterung des Kondensators zu vermeiden. Hierbei muß darauf geachtet werden, daß mit der Absaugung der nicht kondensierbaren Gase möglichst wenig Dampf aus dem Dampfkondensator abgesaugt wird, um Dampfverluste zu vermeiden.

Zu diesem Zweck erfolgt die Absaugung der nicht kondensierbaren Gase an einer möglichst zentralen Stelle im Dampfkondensator, die durch die Abdeckung 7 vor einer direkten Beaufschlagung mit zu kondensierendem Dampf geschützt ist. Die unterhalb dieser Abdeckung 7 angeordneten, ebenfalls von Kühlwasser durchströmten Rohre 4 bewirken durch ihre Kühlwirkung eine Unterkühlung des insbesondere von unten und von der Seite her in den Kühler 3 eintretenden Dampf-Gas-Gemisches, so daß auch im Bereich des Kühlers 3 eine

Kondensierung des Dampfes erfolgt. Hierdurch wird der Dampfanteil bei der Absaugung aus dem Kühler 3 und damit der unvermeidbare Dampfverlust herabgesetzt.

Um diesen Dampfverlust weiter zu reduzieren, erfolgt bei dem voranstehend beschriebenen Dampfkondensator die Absaugung der nicht kondensierbaren Gase aus dem durch die Abdeckung 7 gebildeten Raum des Kühlers 3 ausschließlich in der Nähe des kühlwassereintrittsseitigen Rohrbodens 5a, d.h. im Bereich des in Fig. 3 links erkennbaren Rohrbodens 5a. Beim Ausführungsbeispiel ist in unmittelbarer Nähe dieses Rohrbodens 5a ein Absaugstutzen 8 zu erkennen, an den gemäß Fig. 1 eine Absaugleitung 9 angeschlossen ist. Durch diese Anordnung der Absaugung an der Eintrittsseite des Kühlwasser werden die nicht kondensierbaren Gase vor ihrer Absaugung durch Strömung längs der Rohre 4 an die kälteste Stelle des Kühlers 3 geführt. Da hier die größtmögliche Unterkühlung des Gas-Dampf-Gemisches stattfindet, ergibt sich eine größtmögliche Restkondensation des Dampfanteils und damit eine erhebliche Verringerung des Anteils des durch die Absaugleitung 9 abgesaugten Dampfes im Verhältnis zur abgesaugten Gesamtmenge. Hierdurch wird nicht nur der Dampfverlust reduziert; es kann auch die insgesamt zu installierende Leistung für die Absaugung infolge der Herabsetzung der abgesaugten Dampfmenge reduziert werden. Außerdem wird der Dampfkondensator unempfindlicher gegenüber größeren Lufteinbrüchen.

Um der Strömung der nicht kondensierbaren Gase längs der Rohre 4 im Bereich des Kühlers 3 Rechnung zu tragen, sind die Ringspalte 10 zwischen der Innenwand der in den Stützwänden 6 vorgesehenen Bohrungen und der Mantelfläche der durch diese Bohrungen hindurchgeführten Rohre 4 des Kühlers 3 im Absaugbereich des Kühlers 3 größer ausgeführt als im restlichen Bereich des Kühlers. Diese Situation ist durch die Detaildarstellungen in den Fig. 4 und 5 verdeutlicht. Diese zeigen, daß der zwischen den Rohren 4 und der dem Absaugstutzen 8 benachbarten Stützwand 6 ausgebildete Ringspalt 10a größer ist als der entsprechende Ringspalt 10b in der Stützwand 6, die dem Rohrboden 5b benachbart ist.

Um die Fläche der Ringspalte 10 im Bereich des Kühlers 3 von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden 6 zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden 6 zu vergrößern, kann entweder die Größe der Ringspalte 10 bei gleicher Anzahl von Ringspalten 10 pro Stützwand 6 von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden 6 zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden 6 zunehmen oder die Anzahl vergrößerter Ringspalte 10 pro Stützwand 6 von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden 6 zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden 6 zunehmen.

wänden 6 zunehmen.

Um insbesondere bei einem Beginn der Evakuierung des Kondensators, bei dem verhältnismäßig große Luftmengen aus dem Kondensator durch die Absaugleitung 8 abgezogen werden, Querschwingungen der Rohre 4 im Mündungsbereich der Absaugleitung 8 zu verhindern, kann eine zusätzliche Stützwand 11 angeordnet werden, die in Fig. 3 eingezeichnet ist. Außerdem ist es möglich, im Bereich der Mündung der Absaugleitung 8 ein parallel zu den Rohren 4 des Kühlers 3 verlaufendes Leitblech 12 anzuordnen, das eine Art Schikane für das aus diesem ersten Feld des Kühlers 3 kommende Dampf-Gas-Gemisch bildet. Die normale Strömungsrichtung des Dampfes D und der nicht kondensierbaren Gase G innerhalb des Kühlers 3 ist mit Pfeilen in Fig. 3 angedeutet.

Bezugszeichenliste:

	D	Dampf
	G	Gas
	K	Kühlwasser
	1a	Bündelhälfte
	1b	Bündelhälfte
	1c	Bündelabschnitt
	2	Kondensatableitblech
	3	Kühler
	4	Rohr
30	5a	Rohrboden
	5b	Rohrboden
	6	Stützwand
	7	Abdeckung
	8	Absaugstutzen
35	9	Absaugleitung
	10	Ringspalt
	10a	Ringspalt
	10b	Ringspalt
	11	zusätzliche Stützwand
40	12	Leitblech

Patentansprüche

1. Dampfkondensator mit mindestens einem kühlwasserdurchströmten Rohrbündel, dessen Rohre an ihren Enden in Rohrböden befestigt und auf ihrer Länge durch mehrere Stützwände unterstützt sind, wobei sich bei der Durchführung der Rohre durch die Stützwände konstruktionsbedingt Ringspalte zwischen der Rohrmantelfläche und der Innenwand der Bohrung in der Stützwand ergeben, und dem ein Kühler für die nicht kondensierbaren Gase zugeordnet ist, dessen Rohre durch mindestens eine Abdeckung von den darüberliegenden Rohren getrennt sind, wobei die nicht kondensierbaren Gase, insbesondere Luft, aus dem durch die Abdeckung gebildeten Raum abge-

saugt werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Absaugung der nicht kondensierbaren Gase aus dem durch die Abdeckung (7) gebildeten Raum des Kühlers (3) ausschließlich in der Nähe des kühlwassereintrittsseitigen Rohrbodens (5a) erfolgt. 5

2. Dampfkondensator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringspalte (10) zwischen der Innenwand der in den Stützwänden (6) vorgesehenen Bohrungen und der Mantelfläche der durch diese Bohrungen hindurchgeführten Rohre (4) des Kühlers (3) im Absaugbereich des Kühlers (3) größer ausgeführt sind als im restlichen Bereich des Kühlers (3). 10 15
3. Dampfkondensator nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche der Ringspalte (10) im Bereich des Kühlers (3) von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden (6) zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden (6) zunimmt. 20
4. Dampfkondensator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Ringspalte (10) bei gleicher Anzahl von Ringspalten (10) pro Stützwand (6) von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden (6) zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden (6) zunimmt. 25 30
5. Dampfkondensator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl vergrößerter Ringspalte (10) pro Stützwand (6) von den kühlwasseraustrittsseitigen Stützwänden (6) zu den kühlwassereintrittsseitigen Stützwänden (6) zunimmt. 35
6. Dampfkondensator nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Mündung der Absaugleitung (8) eine zusätzliche Stützwand (11) für einen Teil der Kühlerrohre (4) angeordnet ist. 40
7. Dampfkondensator nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Mündung der Absaugleitung (8) ein parallel zu den Kühlerrohren (4) und über einen Teil der Länge der Kühlerrohre (4) verlaufendes Leitblech (12) angeordnet ist, das an der Abdeckung (7) befestigt ist. 45 50

55

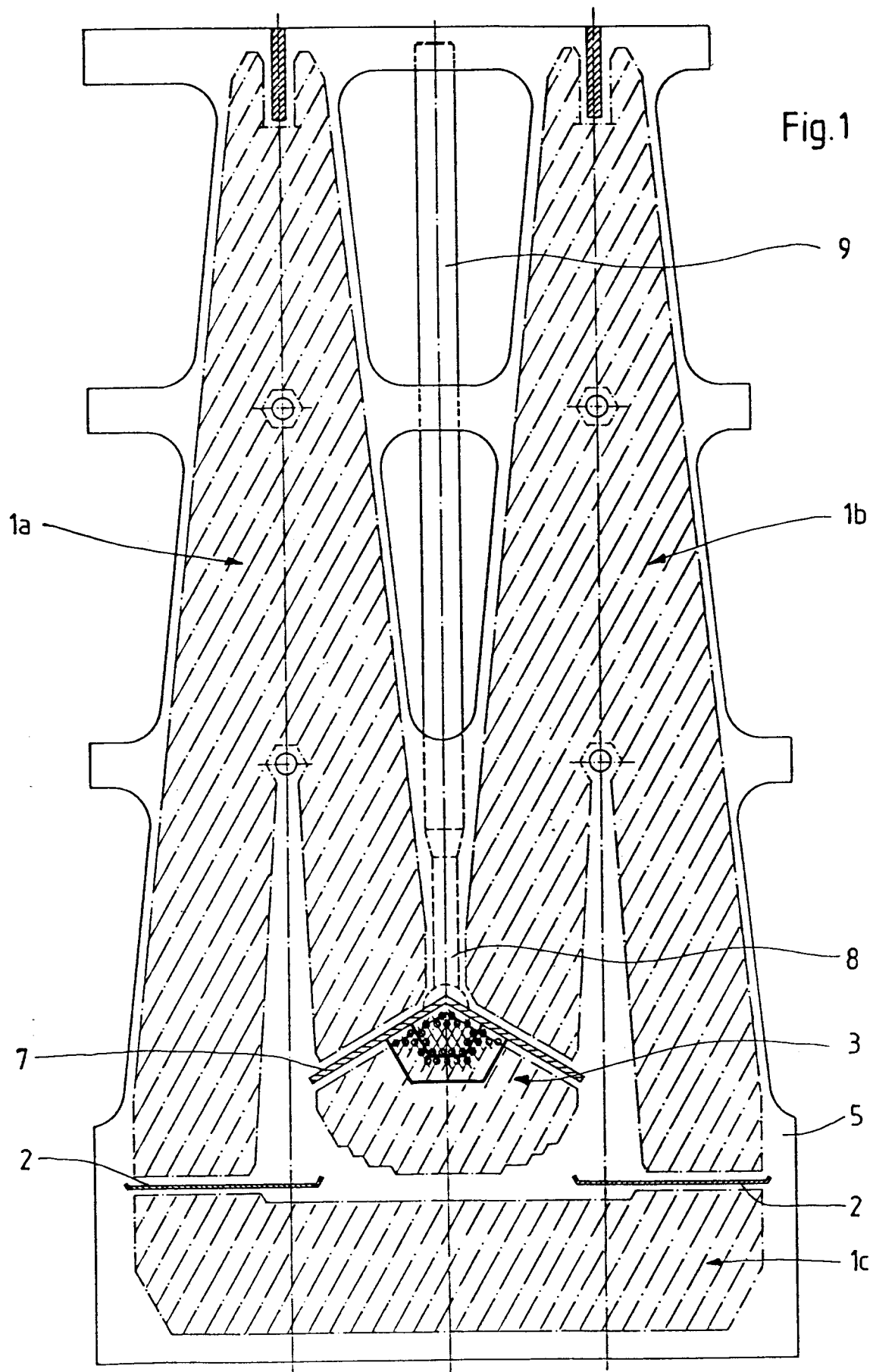


Fig. 2

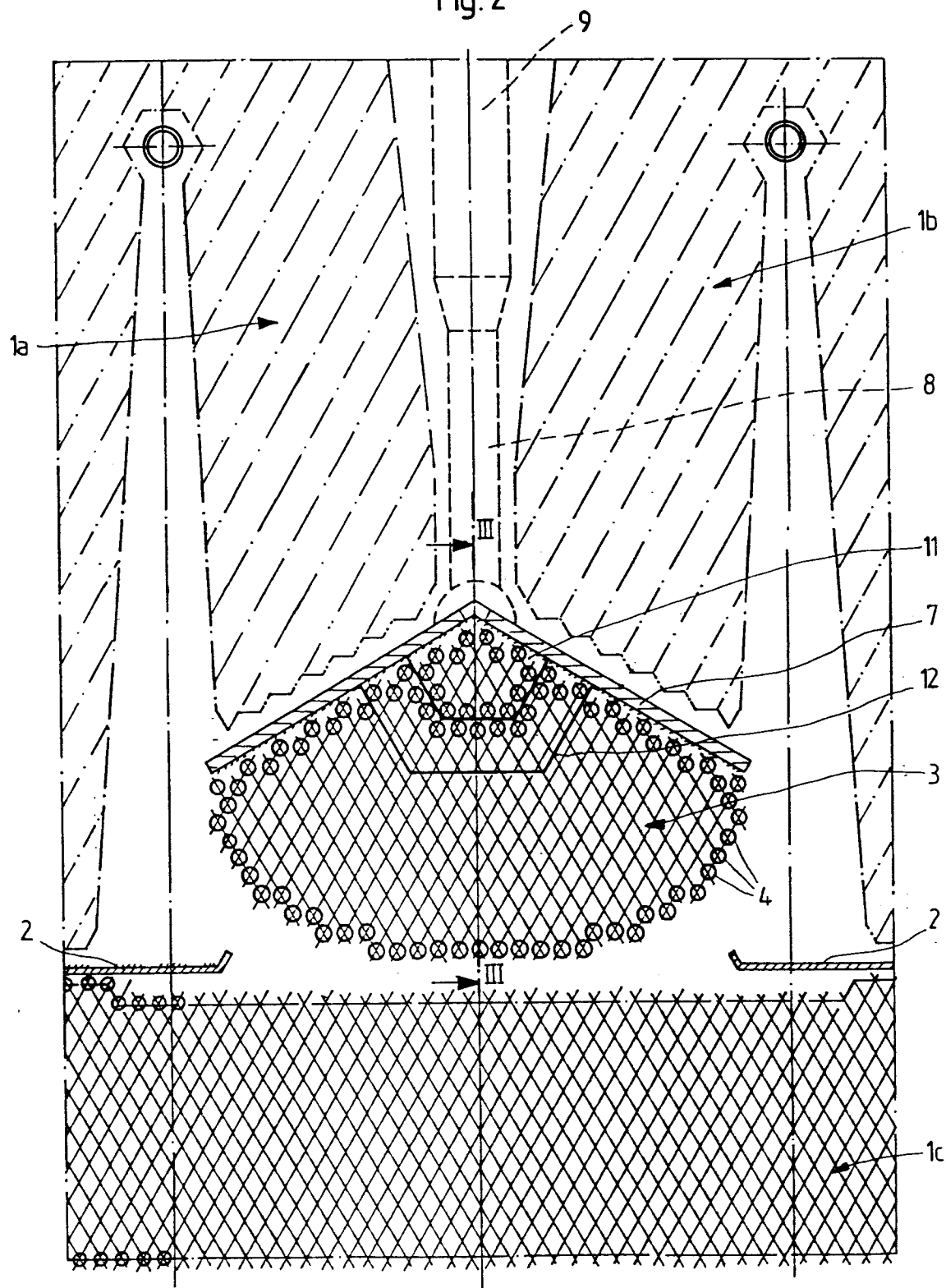


Fig. 3

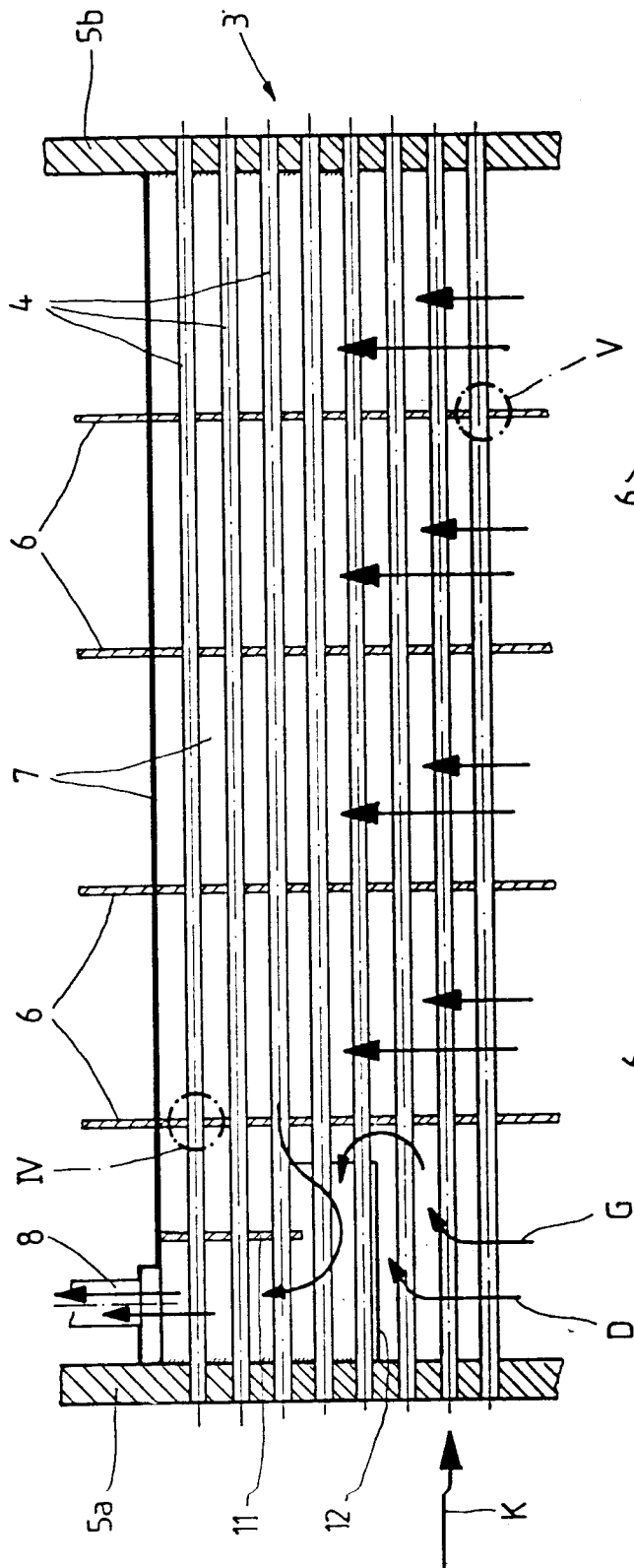


Fig. 5

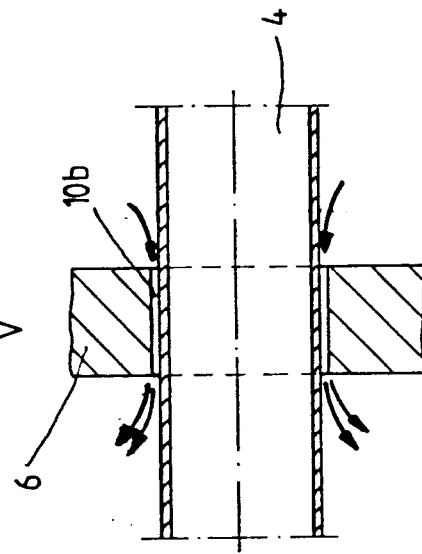
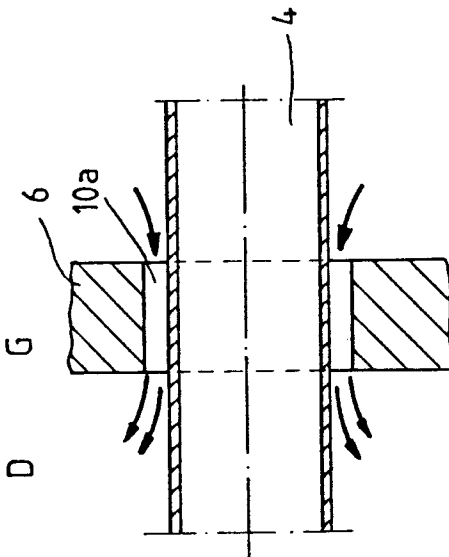


Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 8798

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-3 349 841 (STOKER) * das ganze Dokument * ---	1	F28B1/02 F28B9/10
X	DE-C-583 927 (WESTINGHOUSE ELECTRIC) * das ganze Dokument * ---	1	
A	GB-A-1 184 953 (SULZER BROTHERS LTD.) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			F28B F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12 MAERZ 1993	Prüfer SMETS E.D.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			