

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 619 466 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94103311.0**

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

(22) Anmeldetag: **04.03.94**

(30) Priorität: **05.04.93 DE 4311118**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.94 Patentblatt 94/41

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE LI SE

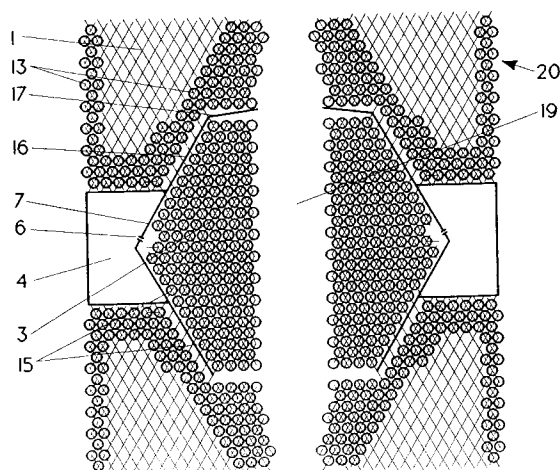
(71) Anmelder: **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Blangetti, Francisco, Dr.**
Austrasse 1
CH-5400 Baden (CH)
Erfinder: **Kost, Andreas**
Berwerkstrasse 20
CH-5027 Herznach (CH)
Erfinder: **Volks, Günter**
Beethovenstrasse 20
D-79787 Lauchringen (DE)

(54) **Dampfkondensator.**

(57) Bei einem Dampfkondensator wird der Dampf an kühlwasserdurchflossenen, in separaten Bündeln zusammengefassten Rohren (13) niedergeschlagen. Jedes Bündel ist durch senkrecht zu den Rohren angeordneten Stützplatten in Kompartimente unterteilt. Die in Reihen angeordneten Rohre eines Bündels umschliessen einen Hohlraum (19), in dem ein Kühler (3) für die nicht kondensierbaren Gase angeordnet ist. Die nicht kondensierbaren Gase gelangen aus dem Kühler (3) über Blenden (6) in einen für alle Kompartimente gemeinsamen Saugkanal (4), der sich über die ganze Länge der Rohre (13) erstreckt. Es ist nur ein Kühler (3) vorgesehen ist, an den sich der Saugkanal (4) unmittelbar anschliesst und die Durchströmquerschnitte der Blenden (6) in den Kompartimenten sind so dimensioniert, dass der örtliche, nicht kondensierbare Massenstrom bei der lokalen verfügbaren Druckdifferenz abgesaugt wird.

FIG. 2



EP 0 619 466 A2

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Dampfkondensator, in dem der Dampf an kühlwasserdurchflossenen, in separaten Bündeln zusammengefassten Rohren niedergeschlagen wird,

- wobei jedes Bündel durch senkrecht zu den Rohren angeordneten Stützplatten in Kompartimente unterteilt ist,
- wobei die in Reihen angeordneten Rohre eines Bündels einen Hohlraum umschliessen, in dem ein Kühler für die nicht kondensierbaren Gase angeordnet ist,
- wobei die nicht kondensierbaren Gase aus dem Kühler über Blenden in einen für alle Kompartimente gemeinsamen Saugkanal einströmen, der sich über die ganze Länge der Rohre erstreckt.

Stand der Technik

Ein derartiger Dampfkondensator ist aus der CH-PS 423 819 und der DE-OS 1 948 073 bekannt. Dort sind in einem Kondensatorgehäuse die Kondensatorrohre in mehreren, sogenannten Teilbündeln angeordnet. Der Dampf strömt durch einen Abdampfstutzen in das Kondensatorgehäuse ein und verteilt sich im Raum durch Strömungsgassen (steam entry lanes). Die freie Zuströmung des Dampfes zu den aussenliegenden Rohren der Teilbündel ist gewahrt. Durch die Bündel strömt der Dampf anschliessend mit durch die geringe Rohrreihentiefe bedingtem kleinen Widerstand hindurch. Um die Bedingung der in den Zuströmkanälen ausreichend hoch zu haltenden Dampfgeschwindigkeit erfüllen zu können, sind die Teilbündel im Kondensator so nebeneinander angeordnet, dass zwischen ihnen Strömungskanäle entstehen, die im Schnittbild in der gleichen Grössenordnung erscheinen wie die Teilbündel selbst. Des weiteren bilden die Rohre in den hintereinanderfolgenden Reihen eine durchlässige Umschliessung, die vorzugsweise durchwegs einen gleichen hydraulischen Widerstand darstellt.

Dieser bekannte Kondensator weist den Vorteil auf, dass durch die lockere Anordnung der Teilbündel alle peripheren Rohre eines Teilbündels ohne merklichen Druckverlust gut mit Dampf beschickt sind. Andererseits bedingt das Erfordernis nach zumindest annähernd gleicher "Wandstärke" resp. Widerstand des berohrten Teilbündels um den Hohlraum herum eine relativ grosse Bauhöhe des Teilbündels. Hieraus resultiert die hervorragende Eignung dieses Teilbündelkonzeptes für Grosskondensatoren, bei denen eine Mehrzahl von Teilbündeln stehend nebeneinander angeordnet werden.

Die unter Vakuum arbeitenden Kondensatoren benötigen ein gut funktionierendes Saugsystem, da-

mit einfallende, nicht kondensierbare Gase stets aus dem Kondensationsbereich entfernt werden. Kühlrohre, die von diesen, mit Dampf vermischten Gasen umgeben bzw. umströmt sind, gehen als Kondensationsfläche fast restlos verloren, was die Leistung heruntersetzt.

Darüberhinaus kann durch die einfallenden Gase das Vakuum nicht auf dem tiefstmöglichen Wert gehalten werden. Wie bekannt, rufen nicht-kondensierbare Gase - meistens Luft - bereits in Konzentrationen von 1% Molanteil, bei Temperaturdifferenzen zwischen Wand und Dampf Kern von 4-5 K, eine Verminderung des dampfseitigen Wärmeübergangs - bei quasi ruhendem Dampf - auf 30-40% desjenigen Wertes hervor, der mit reinem Dampf erzielbar ist. Der Vakuumverlust drückt sich damit in einem niedrigeren Wirkungsgrad des Kreislaufsystemes aus.

Bei der oben erwähnten Lösung nach DE-OS 1 948 073 gelangt eine Einflussanordnung der Rohre zur Ausführung. Die Teilbündel sind durch senkrecht zu den Rohren angeordnete Stützplatten in Kompartimente unterteilt. Wie bekannt, hängt die Kondensationsleistung entlang der Kühlrohre hauptsächlich von der lokalen Temperaturdifferenz zwischen Dampf und Kühlwasser ab. Danach wird die Kondensationsleistung der ersten Kompartimente an der Kühlwassereintrittsseite mehr kondensieren als jene der Kompartimente an der Kühlwasseraustrittsseite. Dementsprechend werden nichtkondensierbare Gase - proportional zur Kondensationsleistung - vermehrt in den "kühlere" Kompartimenten anfallen. Um dem Rechnung zu tragen, wird beim Kondensator nach DE-OS 1 948 073, der später noch im Zusammenhang mit Fig. 1 detailliert beschrieben wird, die Inertgas-Anreicherungszone zweiteilig ausgebildet. Sie besteht aus einem trichterförmigem "Vorluftkühler", dort "Nachkondensationsteil" genannt, und einem gekapselten Luftkühler, der mit dem Vorluftkühler und einem nachgeordneten Saugkanal (Header) über eine doppelte Reihe von gleichmässig verteilten Kühlereintrittsblenden respektive Kühleraustrittsblenden kommuniziert. Dieser gekapselte Luftkühler ist geometrisch so gestaltet, dass die Verschlechterung des dampfseitigen Wärmeübergangs durch eine Steigerung der Geschwindigkeit der Gasphase teilweise kompensiert wird. Da sich der gekapselte Luftkühler einem ungefähren Temperaturverlauf des Kühlwassers in den benachbarten Rohren anpasst, sorgt er somit dafür, dass eine geeignete Ventilierung des Vorluftkühlers in etwa proportional zu den anfallenden, nicht kondensierbaren Gasen, gewährleistet ist.

Eine solche gekapselte Luftkühlerkonstruktion stellt indes eine nicht ideale Lösung für den in den verschiedenen Kompartimenten unterschiedlichen Ventilierungsbedarf dar. Da in der Regel die Aus-

trittsfläche aus dem Luftkühler für eine gleichmässige Absaugung zu gross ist, wird zwischen dem Luftkühler und dem Absaugkanal eine Abschlusswand angeordnet, in dem die oben erwähnten Kühleraustrittsblenden angeordnet sind. Das System besteht somit aus mehreren Kanälen und ist nur als aufwendige Blech- und Schweiskonstruktion auszuführen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Kondensator der eingangs genannten Art zu schaffen, der sich bei Beibehaltung der bekannten Vorteile des Teilbündelkonzeptes zudem durch niedrige Fertigungskosten auszeichnet.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass nur ein Kühler vorgesehen ist, an den sich der Saugkanal unmittelbar anschliesst, und dass die Durchströmquerschnitte der Blenden in den Kompartimenten so dimensioniert sind, dass der örtliche, nicht kondensierbare Massenstrom bei der lokalen verfügbaren Druckdifferenz abgesaugt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Kraftwerk Kondensators schematisch dargestellt. Es zeigt:

- Fig. 1 ein Teilbündel eines Kondensators mit herausgebrochenen Teilen in Schrägrissdarstellung mit zum Stand der Technik zählendem Luftkühler;
- Fig. 2 eine erfindungsgemässe Ausbildung des Luftkühlers in grösserem Massstab.

In den Figuren sind die jeweils gleichen Teile mit denselben Bezugszeichen versehen, wobei die nur zum Stand der Technik zählenden Elemente mit dem Indiz s versehen sind.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Beim dargestellten Wärmeaustauscher handelt es sich um einen Oberflächenkondensator in rechteckiger Bauform, wie er geeignet ist für eine sogenannte Unterfluranordnung. Erfindungsunwesentliche Teile wie Kondensatorhals, Kondensationsraum, Kondensatormantel, Wasserkammern, Rohrböden, Kondensatsammelgefäss u.s.w. sind weggelassen, nachstehend jedoch im Zusammenhang mit der Erfindung kurz erläutert.

Ueber einen Abdampfstutzen, mit dem der Kondensator an der Turbine angeschlossen ist, strömt der Dampf in den Kondensatorhals ein. Darin wird ein möglichst gutes homogenes Strömungsfeld erzeugt, um eine saubere Dampfbespülung der stromabwärts angeordneten Bündel 20

über deren ganze Länge vorzunehmen. Der Kondensationsraum im Innern des Kondensatormantels beinhaltet mehrere nebeneinander angeordnete Bündel. Dies hat unter anderem zum Ziel, dass auch während des Anlagenbetriebes eine kühlwasserseitige Teilabschaltung vorgenommen werden kann, beispielsweise zum Zwecke einer kühlwasserseitigen Inspektion eines abgeschalteten Bündels. Die unabhängige Kühlwasserbeaufschlagung kommt dadurch zum Ausdruck, dass die Wasserkammern des Kondensators durch Trennwände in Kompartimente unterteilt sind. Ein Bündel 20 besteht aus einer Anzahl Rohre, von denen in Fig 1 nur ein mit 13s bezeichnetes Kühlrohr eingezeichnet ist. An ihren beiden Enden sind die Kühlrohre jeweils in Rohrböden befestigt. Jenseits der Rohrböden sind jeweils die Wasserkammern angeordnet. Das von den Bündeln abfliessende Kondensat wird in einem Kondensatsammelgefäss aufgefangen und gelangt von dort in den Wasser/Dampf-Kreislauf.

Die Bündel 20 sind so gestaltet, dass alle Rohre 13s der Peripherie ohne merklichen Druckverlust gut mit Dampf angeströmt sind. Um nun eine homogene, saubere Dampfströmung zu gewährleisten und insbesondere um Stauungen innerhalb des Bündels auszuschliessen, sind die vorhandenen Strömungspfade zwischen den Bündeln einerseits sowie zwischen den äusseren Bündeln und deren benachbarter Kondensatorwand entsprechend ausgebildet:

In Fig. 1 ist der durch die punktierte Fläche nur teilweise veanschaulichte Kondensationsteil des Bündels 20 mit 1 bezeichnet. Durch Einsetzen der durchgehenden Stützplatten 5, welche der Abstützung der Kühlrohre 13 dienen, ergibt sich eine Unterteilung der Teilbündel in Kompartimente 10.

Im Innern jedes Bündels 2 ist ein Hohlraum 19 ausgebildet, in dem sich der mit nicht kondensierbaren Gasen - nachstehend Luft genannt - angereicherte Dampf sammelt. In diesem Hohlraum 19 ist ein Luftkühler untergebracht. Das Dampf-Luftgemisch durchströmt diesen Luftkühler, wobei der grösste Teil des Dampfes kondensiert. Der Rest des Gemisches wird am kalten Ende abgesaugt.

Der sich im Innern des Rohrbündels befindliche Luftkühler hat die Wirkung, dass das Dampf-Gasgemisch innerhalb des Kondensatorbündels beschleunigt wird. Dadurch verbessern sich die Verhältnisse insofern, als keine kleinen Strömungsgeschwindigkeiten vorherrschen, die den Wärmeübergang beeinträchtigen könnten.

Als weitere Massnahme, die der gleichmässigen Bündelbeaufschlagung mit Dampf dient, wird der Luftkühler im Bündelinnern auf jenem Niveau angeordnet, auf dem beidseitig der Bündel der Druckverlauf in der durchströmten Gasse ein relatives Minimum durchläuft. Im gezeigten Beispiel in

Fig. 1 befindet sich der Luftkühler somit in der Bündelmitte. Das Bündel ist so gestaltet, dass die Dampfansaugung in den Hohlraum 19 - unter Berücksichtigung des wirksamen Druckes an der Rohrperipherie und auf Grund der unterschiedlichen Rohrreihendicke - in radialer Richtung homogen über alle im Hohlraum 19 angrenzenden Rohre wirkt. Daraus resultiert ein homogener Druckgradient und damit eine eindeutige Fliessrichtung des Dampfes und der nicht kondensierbaren Gase in Richtung Luftkühler. Der Hohlraum 19 weist stromaufwärts eine bündelinterne Ausgleichgasse 12 auf, die dafür sorgt, dass auch der mit Luft angereicherte Dampf aus dem Kern der vorderen Hälfte des Bündels einen reibungsfreien Weg zum Luftkühler findet.

Im Betrieb kondensiert der Dampf an den Rohren 13 und das Kondensat tropft gegen den Kondensatorboden ab. Dieses Abtropfen erfolgt innerhalb der Bündel, wobei das Kondensat mit Dampf steigenden Druckes in Berührung kommt.

Der Luftkühler hat die Aufgabe, die nichtkondensierbaren Gase aus dem Kondensator zu entfernen. Bei diesem Vorgang sind die Dampfverluste so gering wie möglich zu halten. Dies wird dadurch erreicht, dass das Dampf/Luftgemisch in Richtung Absaugkanal beschleunigt wird. Die hohe Geschwindigkeit hat einen guten Wärmeübergang zur Folge, was zu einer weitgehenden Kondensation des Restdampfes führt. Zwecks Beschleunigung des Gemisches wird der Querschnitt in Strömungsrichtung zunehmend kleiner bemessen.

In Fig. 1 ist das eingangs erwähnte, aus DE-OS 1 948 073 bekannte Kühlsystem dargestellt. Es besteht aus dem Vorkühler 2s, von dem das Kühlrohr 14s eingezeichnet ist, und dem gekapselten Luftkühler 3s, von dem das Kühlrohr 15s eingezeichnet ist. Zwischen beiden ist der Raum 11s zum Druckausgleich angeordnet. Dieser unberohrte Raum 11s wird zudem hauptsächlich benötigt, um die den Luftkühler 3s vom Vorkühler 2s trennende Blechwand 7s an den Stützplatten 5 anschweißen zu können. In der Blechwand 7s sind die Blenden 9s angeordnet. In der am Austritt des Kühlers 3s vorgesehenen Blechwand 8s sind ebenfalls Blenden 6s vorgesehen, über die die nichtkondensierbaren Gase in den Saugraum 4s abgezogen werden. Durch den Einbau dieser Drosselstellen wird erreicht, dass die auf jeden Fall notwendige Druckdifferenz am Anfang und Ende des Kondensationsvorgangs vorwiegend in den Blenden abgebaut wird.

Indes ist das Erreichen von kontrollierten Strömungsverhältnissen im geschlossenen Luftkühler 3s mit Hilfe des zweifachen Blendensystemes nicht unkompliziert. Unter Umständen müssen noch strömungsführende Trennwände im Luftkühler eingebaut werden, wie dies die Fig. 2 und 3 der DE-OS

1 948 073 zeigen. Ein nachträgliches Ändern der Blenden 9s ist infolge der Nichtzugänglichkeit wegen der Berohrung und der allfälligen Trennwände im Kühler 3s nicht mehr möglich. Zudem kann es im Ausgleichraum 11s infolge der nicht ausreichenden Beschleunigung des Gemisches im Vorkühler 2s gegen den Luftkühler 3s hin zu NH_3 -Korrosionserscheinungen kommen. Je nach Anordnung der Blenden 6s kann es zudem erforderlich sein, den Luftkühler 3s entwässern zu müssen. Aus den beiden oben erwähnten Fig. 2 und 3 der DE-OS 1 948 073 ist zudem zu erkennen, dass die Rohre innerhalb des Luftkühlers nicht auf dem gleichen Netzwerk liegen wie die Rohre des Vorkühlers und der Kondensationszone. Dies führt zu erheblichen Nachteilen bei der Bearbeitung der Stützplatten 5 auf NC-Maschinen.

All diese Nachteile will die Erfindung durch das Vermeiden eines gekapselten Kühlers eliminieren. Gemäss Fig. 2 werden hierzu die Kühlrohre 15 des Kühlers 3 trichterförmig angeordnet. Die Trichterwände 16, welche den Kühler 3 gegen den Kondensationsraum 1 abschotten, sind im spitzen Winkel miteinander verbunden. An seinem oberen Teil ist der Trichter 16 mit einem Abdeckblech 17 versehen, welches zum Hohlraum 19 hin über die Rohre des Kühlers gestülpt ist und diese vor der von oben nach unten fließenden Dampf- und Kondensatströmung schützt. Damit ist auch die Strömungsrichtung des abzukühlenden Gemisches vorgegeben, nämlich vom hinteren Hohlraum aus nach vorn zur Trichterspitze. Im Bereich ihrer Verbindung bilden diese Trichterwände gleichzeitig die Trennwand 7 zum Absaugkanal 4. In dieser Trennwand 7 sind im unmittelbaren Bereich der Trichterspitze die Blenden 6 angeordnet. Aus der Fig. 2 ist zu erkennen, dass mit dieser Konfiguration folgende Vorteile verbunden sind. Zum einen wird das zu nachzukondensierende Gemisch bis zum Blenden Eintritt zunehmend beschleunigt. Zum andern ist zu erkennen, dass für das Anschweißen des Trichters an den Stützplatten lediglich eine Rohrreihe unberohrt bleiben muss.

Die nichtkondensierbaren Gase werden über die Blenden 6 in den Kanal 4 abgesaugt, aus dem sie in Längsrichtung aus dem Kondensator herausgeführt werden. Die Saugleitung 4 durchdringt in diesem Fall einen der nichtgezeigten Rohrböden und die entsprechende Wasserkammer.

Diese Blenden 6, welche im Bereich der jüngsten Stelle des Trichters angebracht sind, stellen die physikalische Trennung des Kondensationsraumes 1 vom Absaugkanal 4 dar. Sie sind mehrfach über die ganze Rohrlänge des Kondensators verteilt und bewirken durch die Erzeugung eines Druckverlustes, dass die Saugwirkung in allen Kompartimenten 10 des Kondensators homogen ist. Hierzu ist ihr Durchströmquerschnitt so bemessen.

sen, dass der unterschiedlichen Druckverteilung in den Kompartimenten entlang der Kondensatorlänge Rechnung getragen ist. Der pro Kompartiment unterschiedliche Querschnittsbedarf kann durch entsprechende Anordnung einer Mehrzahl von Bohrungen mit unterschiedlichen Durchmesser und/oder unterschiedlicher Teilung gedeckt werden. Blendendurchmesser und Blendenabstand sind so zu wählen, dass der örtliche, nicht kondensierbare Massenstrom jeweils bei der lokal verfügbaren Druckdifferenz abgesaugt wird.

Verglichen mit der zum Stand der Technik zählenden Lösung ist aus Fig. 2 erkennbar, dass zum einen mit einem erheblich verringerten Blechbedarf und demzufolge weniger Schweissarbeit auszukommen ist und andererseits ein nachträgliches Abändern der Blenden 6 ermöglicht wird durch einfaches Entfernen der Rückwand des Absaugkanals 4.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Kondensationsteil	
2s	Vorkühler	
3, 3s	Kühler	25
4, 4s	Saugleitung	
5	Stützplatte	
6, 6s	Blende	
7, 7s	Trennwand	
8s	Blechwand	30
9s	Blende	
10	Kompartiment	
11s	Ausgleichraum	
12,	Ausgleichgasse	
13, 13s	Kühlrohr des Kondensationsteils 1	35
14s	Kühlrohr des Vorkühlers 2s	
15, 15s	Kühlrohr des Kühlers	
16	Trichterwand	
17	Abdeckblech	
18		40
19	Hohlraum	
20	Teilbündel	

Patentansprüche

1. Dampfkondensator, in dem der Dampf an kühlwasserdurchflossenen, in separaten Bündeln (20) zusammengefassten Rohren (13) niedergeschlagen wird,
 - wobei jedes Bündel durch senkrecht zu den Rohren angeordneten Stützplatten (5) in Kompartimente (10) unterteilt ist,
 - wobei die in Reihen angeordneten Rohre eines Bündels einen Hohlraum (19) umschliessen, in dem ein Kühler (3) für die nicht kondensierbaren Gase angeordnet ist,

- wobei die nicht kondensierbaren Gase aus dem Kühler (3) über Blenden (6) in einen für alle Kompartimente (10) gemeinsamen Saugkanal (4) einströmen, der sich über die ganze Länge der Rohre (13) erstreckt,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass nur ein Kühler (3) vorgesehen ist, an den sich der Saugkanal (4) unmittelbar anschliesst,
 - und dass die Durchströmquerschnitte der Blenden (6) in den Kompartimenten (10) so dimensioniert sind, dass der örtliche, nicht kondensierbare Massenstrom bei der lokalen verfügbaren Druckdifferenz abgesaugt wird.

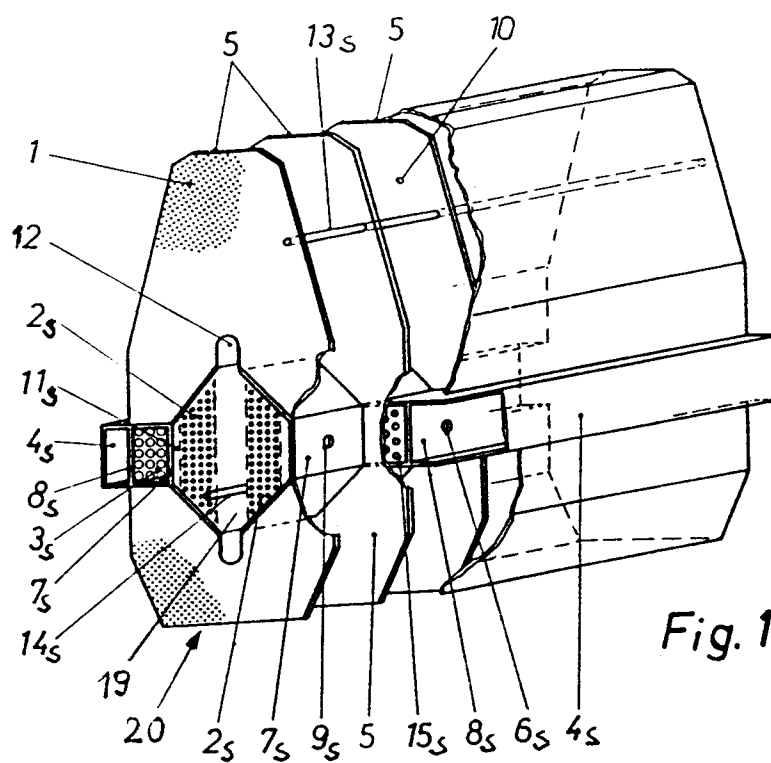


Fig. 1

FIG. 2

