

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83200126.7

61 Int. Cl.³: F 27 B 3/16
 F 27 B 3/24, F 27 D 1/12

22 Anmeldetag: 26.01.83

30 Priorität: 29.01.82 CH 553/82

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 10.08.83 Patentblatt 83/32

84 Benannte Vertragsstaaten:
 CH DE FR GB IT LI SE

71 Anmelder: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.
 Haselstrasse
 CH-5401 Baden(CH)

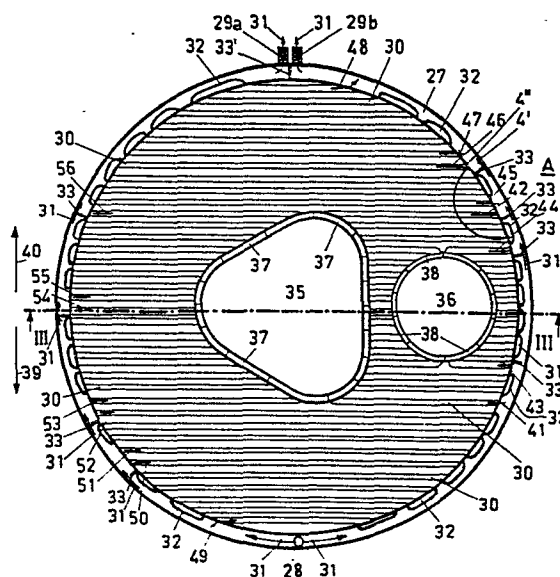
72 Erfinder: Bühler, Karl
 Oberdorfstrasse 28
 CH-5415 Nussbaumen(CH)

72 Erfinder: Oldani, Karl
 Utostrasse 9
 CH-5400 Baden(CH)

54 Flüssigkeitsgekühlter Deckel für Lichtbogenöfen.

57 Zur Erhöhung der Lebensdauer des thermisch hochbeanspruchten Deckels von Lichtbogenöfen sind Kühlrohre (30) im wesentlichen parallel und annähernd senkrecht zur Kipprichtung voneinander beabstandet angeordnet. Die Kühlrohre (30) sind in dem feuerfesten Baustoff (57, 57') eingebettet und bilden dessen Armierung. Die Zu- und Abfuhr der Kühlflüssigkeit erfolgt ausschliesslich über den als Kühlflüssigkeitsverteilkanal (27) ausgebildeten Deckelring (4), der mit integrierten Bypassöffnungen versehen ist. Durch die Verbundanordnung von Kühlrohren (30) und feuerfestem Baustoff (57, 57') wird eine hohe thermische und mechanische Stabilität des Ofendeckels erreicht und das Kühlsystem (27, 30, 37, 38) wird weitgehend von den Temperaturwechselbeanspruchungen entkoppelt.

FIG.2



8/82

KT/eh

- 1 -

Flüssigkeitsgekühlter Deckel für Lichtbogenöfen

Die Erfindung bezieht sich auf einen elektrischen Ofen, insbesondere Lichtbogenofen, mit einer Flüssigkeitskühlvorrichtung für thermisch hochbeanspruchte Bauteile des Ofendeckels, mit im wesentlichen horizontal angeordneten, mit von Flüssigkeit durchströmten Kühlrohren, die in einem Kühlflüssigkeitsverteilkana
5 l am Deckelring münden.

Ein derartiger flüssigkeitsgekühlter Ofendeckel ist aus der Veröffentlichung "Clesid; Croupe Creusot Loire; panneaux et voutes refroidis", undatiert, bekannt. Dieser besteht aus im wesentlichen leicht gewölbten und parallel nebeneinander radial angeordneten Rohrbündeln, die sich von der mittleren Deckelöffnung bis zum Deckelrand hin erstrecken. Die Flüssigkeitszuführung erfolgt durch eine Ringleitung in der Wandung der mittleren Deckelöffnung und die Flüssigkeitsabführung durch eine Ringleitung im Deckelring.
15

Auf den dem Ofeninneren zugewandten Teil der Kühlrohre wird eine im Verhältnis zur Dicke eines herkömmlichen aus feuerfestem Baustoff bestehenden Deckels eines Lichtbogenofens vergleichsweise dünne Schutzschicht aus feuerfestem Material aufgebracht, die einmal die Kühlrohre vor Wärmestrahlung schützt und zum anderen einen zu grossen Wärme-
20

entzug aus dem Ofenraum verhindert.

Bei Verwendung derartiger flüssigkeitsgekühlter Ofendeckel kann zwar einerseits feuerfestes Material eingespart werden, andererseits besteht aber bei den relativ dünnen Schutz-

5 schichten die Gefahr, dass sie sich an bestimmten Stellen unkontrolliert lösen, beispielsweise durch mechanische Einwirkung beim Deckelheben oder -senken, durch thermische Spannungen innerhalb der Schichten infolge inhomogener Wärmestrahlung, ungleicher Kühleinwirkung oder beim Erkal-

10 ten des Ofendeckels. An den freiliegenden Stellen, an denen die Metallfläche der Kühlrohre unmittelbar von den Lichtbögen angestrahlt wird, ist der Wärmeübergang und somit der Wärmeverlust besonders hoch. Ausserdem werden die nicht geschützten Stellen der Kühlrohre thermisch stärker belastet

15 als der übrige geschützte, dem Ofeninneren zugewandte Teil der Kühlrohre. Durch das in Stahlwerken und Giessereien normalerweise kontinuierliche Schmelzen im Zwei- bzw. Dreischichtbetrieb können sich die nicht geschützten Stellen im Ofendeckel derart stark erhitzen, ohne von der Ofenbe-

20 dienungsmannschaft bemerkt zu werden. Diese heissen Stellen können dann in ungünstigsten Fällen, wenn beispielsweise obendrein noch die Kühlverhältnisse ungenügend sind, zu Durchbrüchen führen, die mit schwerwiegenden Folgeerscheinungen verbunden sein können.

25 Detektionsanlagen zur Kühlsystemüberwachung sind aufwendig und teuer. Im Falle einer Fehleranzeige müsste der Ofendeckel dann ausser Betrieb genommen werden, um die schadhaften Stellen reparieren zu können. Ausserdem sind dem Ofeninneren zugewandten und nur mit einer relativ dün-

30 nen Schutzschicht bedeckten Kühlrohre - obwohl sie vor der Montage spannungsarm gegläht wurden - infolge starker Temperaturschwankungen ständig Dehnungs- und Kontraktionskräften ausgesetzt. Diese Kräfte üben thermische Spannungen auf die Kühlrohre aus, die sich auf die Schweissnähte über-

tragen, die die Kühlrohre mit dem Deckelring verbinden und unter Dauerbeanspruchung können sich Risse bilden, die dann zu einem Wasserdurchbruch führen. Darüber hinaus ist das Gewicht eines flüssigkeitsgekühlten Deckels, der aus aneinandergereihten Kühlrohren besteht hoch und es bedarf besonderer Vorkehrungen beim Transport und bei der Auflage auf das Ofengefäss.

Ausgehend vom vorstehend geschilderten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen flüssigkeitsgekühlten Ofendeckel, insbesondere für Lichtbogenöfen, zu schaffen, der einfach im Aufbau und wirtschaftlich zu fertigen ist, mit dem eine hohe Lebensdauer erreicht werden kann und dessen Konstruktion Sicherheit dafür bietet, dass Schadensfälle nahezu ausgeschlossen werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäss vorgesehen, dass die Kühlrohre im wesentlichen parallel zueinander und annähernd senkrecht zur Kipprichtung verlaufen und voneinander beabstandet sind, die Kühlrohre in dem feuerfesten Baustoff des Deckels eingebettet sind und dessen Armierung bilden, und dass die Ab- und Zufuhr der Kühlflüssigkeit ausschliesslich über den als Kühlflüssigkeitskanal ausgebildeten Dekkelring erfolgt.

Diese Ausführungsform weist folgende Vorteile auf:

- Durch die Kühlung eines qualitativ hochwertigen feuerfesten Baustoffes wird dessen Verschleiss bei hoher thermischer Beanspruchung reduziert, woraus sich hohe Standzeiten der Ofendeckel ergeben.
- Das Gewicht des Ofendeckels kann erheblich vermindert werden.
- In den Kühlrohren eventuell entstehende Dampfblasen werden unverzüglich aus diesen entfernt und gelangen in den

Verteilkanal, aus dem sie ungehindert entweichen können.

Gemäss Anspruch 2 mündet ein Teil der Kühlkanäle unmittelbar in den Verteilkanal, und ein anderer Teil der Kühlkanäle ist innerhalb des Verteilkanals einstückig oder durch
5 Umlenkmittel untereinander verbunden und hydraulisch vom Verteilkanal getrennt. Die Wandungen der Deckelöffnungen weisen mehrere hydraulische voneinander getrennte Kühlkammern auf, in die ein weiterer Teil der Kühlkanäle mündet, wobei aufeinanderfolgende, innerhalb des Verteilka-
10 nales durch Umlenkmittel verbundene Kühlkanalpaare, in aufeinanderfolgende Kühlkammern der Deckelöffnungen münden. Der Vorteil gemäss Anspruch 2 ist darin zu sehen, dass durch die einstückige Verbindung der Kühlrohre untereinander oder durch Verwendung von Umlenkmitteln in dem Verteil-
15 kanal die Wärme gleichmässig von den Kühlrohren aufgenommen bzw. abgegeben werden kann, da die Rohrverbindungen in den Verteilkanal verlegt sind und sich keine thermische Spannungen ausbilden können. Dadurch ist das Kühlsystem weitgehend von den Wirkungen einer Temperaturwechselbean-
20 spruchung entkoppelt.

Entsprechend Anspruch 3 umfasst die Flüssigkeitskühlvorrichtung mehrere hydraulisch voneinander getrennte Kühlkreisläufe, wobei jeder Kühlkreislauf durch mehrere in Serie hintereinandergeschaltete, parallel angeordnete Kühlkanal-
25 paare gebildet ist, und die Kühlflüssigkeitseintritts- und Austrittsöffnungen sämtlicher Kühlkreisläufe in den als Verteilkanal ausgebildeten Deckelring münden, und dass zwischen den Kühlflüssigkeitseintritts- und Austrittsöffnungen jedes Kühlkreislaufes in dem als Verteilkanal aus-
30 gebildeten Deckelring Bypassöffnungen vorgesehen sind.

Der Vorteil gemäss Anspruch 3 besteht darin, dass die Kühlung über die gesamte Fläche des Ofendeckels gleichmässig erfolgt, und dass die durch die Kühlkanäle hindurchgetre-

tene und sich dabei erwärmte Kühlflüssigkeit im Verteilkanal durch die, direkt durch die Bypassöffnungen im Verteilkanal getretene, relativ kalte Kühlflüssigkeit gekühlt wird.

- 5 Gemäss Anspruch 4 sind die Kühlrohre zweilagig ausgeführt, die Kühlrohre, die dem Gefässinneren zugewandt sind, sind einstückig ausgebildet, und das eine Ende eines Teiles der Kühlrohre mündet mit ihren Kühlflüssigkeitseintrittsöffnungen unmittelbar in den Verteilkanal und der andere
- 10 Teil des einen Endes der Kühlrohre mündet in innerhalb des Verteilkanales angeordnete Ulenkmittel und ist hydraulisch vom Verteilkanal getrennt, und das andere Ende der Kühlrohre ist U-förmig abgebogen und schliesst sich an die äussere Lage der Kühlrohre an, wobei ein Teil der äusseren Lage der Kühlrohre mit den Kühlflüssigkeitsaustrittsöffnungen unmittelbar in den Verteilkanal und der andere
- 15 Teil der äusseren Lage der Kühlrohre in, innerhalb des Verteilkanales angeordneten Ulenkkammern mündet und hydraulisch vom Verteilkanal getrennt ist. Durch die einstückige Ausbildungsform und die abgerundeten Enden der dem Ofeninneren zugewandten Kühlrohre wird die Wärme gleichmässig von den Kühlrohren aufgenommen bzw. abgegeben. Da Kanten und Ecken sowie Materialverbindungen in der dem Gefässinneren zugewandten Lage der Kühlrohre vermieden
- 20 werden, können sich keine thermischen Spannungen ausbilden und das Kühlsystem ist weitgehend von den Wirkungen einer Temperaturwechselbeanspruchung entkoppelt.
- 25

Nach Anspruch 5 sind die Ulenkmittel durch Kammern im Verteilkanal gebildet, die die Kühlflüssigkeit zwei benach-

30 barter Kühlrohre eines Kühlkreislaufes führen und hydraulisch von der Kühlflüssigkeit im Verteilkanal trennen. Durch diese Anordnung gemäss Anspruch 4 können die Kühlrohre auf einfache Weise verbunden werden.

Nach Anspruch 6 ist der Abstand der gegenseitig benachbarten Kühlrohre annähernd doppelt so gross wie deren äusserer Durchmesser. Dadurch kann bei Gewährleistung einer optimalen Kühlung des feuerfesten Baustoffes, und bei einer
5 ausreichenden Festigkeit der tragenden Konstruktion für den feuerfesten Baustoff das Gewicht des Verbundes von Kühlrohren und feuerfestem Baustoff niedrig gehalten werden.

Gemäss Anspruch 7 ist der feuerfeste Baustoff als vorgefertigte Baueinheit in das Kühlsystem des Ofendeckels ein-
10 setzbar. Hierdurch ist eine rationelle Herstellung des Ofendeckels möglich.

Entsprechend Anspruch 8 sind die vorgefertigten Baueinheiten mittels eines feuerfesten Bindemittels, beispielsweise Silikonkautschuk mechanisch fest miteinander verbunden.
15 Durch diese Massnahmen können die Baueinheiten auf einfache Weise sicher verbunden werden.

Nach Anspruch 9 sind zwischen den Kühlrohren und dem umgebenden feuerfesten Baustoff Dilatationszwischenräume vorgesehen.

20 Gemäss Anspruch 10 sind die Dilatationszwischenräume mit einem feuerfesten, kompressiblen Mittel, beispielsweise Silikonkautschuk ausgefüllt.

Der Vorteil gemäss Anspruch 9 und 10 besteht darin, dass durch die Dilatationszwischenräume, die beispielsweise mit
25 Silikonkautschuk ausgefüllt sind, sich der feuerfeste Baustoff ungehindert ausdehnen kann, ohne dass verformende Kräfte auf die Kühlrohre ausgeübt werden.

Gemäss Anspruch 11 sind die Bypassöffnung(en) im Verteilkanal derart bemessen, dass unter Berücksichtigung des
30 hydraulischen Widerstandes der zugeordneten Kühlkanäle

eine vorbestimmbare Kühlflüssigkeitsmenge durch die Bypassöffnung(en) strömt, die kleiner als diejenige ist, die durch die zugeordneten Kühlkanäle strömt.

Nach Anspruch 12 sind die Bypassöffnung(en) im Verteilkanal
5 derart bemessen, dass unter Berücksichtigung des hydraulischen Widerstandes der zugeordneten Kühlkanäle eine vorbestimmbare Kühlflüssigkeitsmenge durch die Bypassöffnung(en) strömt, die gleich gross oder grösser als diejenige ist, die durch die zugeordneten Kühlkanäle strömt.

10 Der Vorteil gemäss Anspruch 11 und 12 besteht darin, dass die Durchflussmenge, Strömungsgeschwindigkeit etc. der Kühlflüssigkeit, die in die Kühlkanäle eingeleitet wird und die Kühlkanäle selbst so dimensioniert werden können,
15 dass, wenn ein Teil der Kühlflüssigkeit in den Kühlkanälen verdampft, der Dampf unverzüglich durch die zugeordneten Bypassöffnung(en) jedes zugeordneten Kühlkreislaufes in der Kühlflüssigkeitsverteilkammer aus dem Kühlsystem entfernt wird, ohne dass es zu einer gegenseitigen, für die Kühlwirkung nachteiligen Beeinflussung zwischen Kühl-
20 flüssigkeit und Dampf kommt. Man erhält auf diese Weise im Gegensatz zur klassischen Flüssigkeitskühlung, eine kombinierte Flüssigkeits-Dampfkühlung, wobei die zur Verdampfung benötigte Wärme den zu kühlenden Bauteilen entzogen und so zur Kühlung nutzbar gemacht wird. Die Strömungsgeschwindigkeit der Kühlflüssigkeit in den Kühlrohren
25 wird derart bemessen, dass sich in den Kühlrohren keine Dampfblasen festsetzen können, sondern dass sie mit der Kühlflüssigkeit hinweggetragen und in den Verteilkanal transportiert werden.

30 Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert:

In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung der Vorderansicht einer beispielsweise Ausführungsform eines Lichtbogenofens mit erfindungsgemässen Ofendeckel;
- 5 Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf den Ofendeckel in teilweiser Schnittdarstellung in einlagiger Variante der Kühlrohre;
- Fig. 3 einen vertikalen Schnitt durch den Ofendeckel gemäss Fig. 2;
- 10 Fig. 4 einen vergrösserten horizontalen Schnitt durch einen Teil des Ofendeckels gemäss Fig. 2;
- Fig. 5 einen Ausschnitt einer schematischen Draufsicht auf den Ofendeckel in teilweiser Schnittdarstellung in zweilagiger Variante der Kühlrohre;
- 15 Fig. 6 einen vertikalen Schnitt durch den Ofendeckel gemäss Fig. 5;
- Fig. 7 eine schematische Darstellung der Kühlkreisanordnung;
- Fig. 8 einen vertikalen Schnitt durch die Kühlrohre und den feuerfesten Baustoff;
- 20 Fig. 9 einen vertikalen Schnitt durch die Kühlrohre und die Baueinheiten aus feuerfestem Baustoff;
- Fig. 10 einen vertikalen Schnitt durch eine weitere Variante der Kühlrohre und der Baueinheiten aus feuerfestem Baustoff.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Vorderansicht einer beispielsweise Ausführungsform eines Lichtbogenofens mit erfindungsgemässen Ofendeckel.

Der Lichtbogenofenkessel 1 mit dem flach ausgebildeten Ofendeckel 5 ist in einer Oeffnung auf der Plattform 6 gelagert, die auf zwei Abwälzwiegen 7 abgestützt ist, die sich wiederum auf den Wiegebalken 8 abstützen, die mit dem Fundament 9 fest verankert sind. Auf Fig. 1 ist auch die Giessschnauze 2 zu sehen. Auf der Plattform 6 ist eine bewegbare Drehkonsole 10 angeordnet, an der die Deckelhebe- und Schwenkvorrichtung 11 befestigt ist. Die Deckelhebe- und Schwenkvorrichtung 11 besteht aus einem Tragarm 13 und einer Tragarmsäule 2.

Die Plattform 6 trägt auch drei Elektrodenstellsäulen 14, von denen in Fig. 1 lediglich eine sichtbar ist. Die Elektrodenstellsäulen 14 sind in der vertikalen Richtung mit Elektrodenstellzylindern 15 hydraulisch einzeln bewegbar verbunden. An den Elektrodenstellsäulen 14 sind die Elektrodentragarme 16 befestigt und an deren äusseren Enden werden in Elektrodenfassungen 17 die Elektroden 18 gehalten.

Von den insgesamt drei Elektrodentragarmen 16 ist lediglich wiederum nur einer vollständig sichtbar, und von den Elektroden 18 sind lediglich zwei zu sehen, wobei die dritte verdeckt ist. Auf dem Ofendeckel 5, dessen Deckelring 4 auf dem Deckeltragring 3 des Ofenkessels 1 aufliegt, ist der Rauchgasabzugstutzen 19 mit Flansch 20 angeordnet.

Auf dem Deckelring 4 des Ofendeckels 5 sind Tragösen 22 angebracht, in denen in der beispielsweise Ausführungsform von Fig. 1 Tragseile 23 befestigt sind, von denen von insgesamt vier nur zwei sichtbar sind. Die Tragseile 23 werden über Rollen 24 geführt, die in Rollenträgern 25 auf

dem Tragarm 13 gelagert sind. Die Tragseile 23 stehen mit dem Hydraulikzylinder 26 in Verbindung, der den Ofendeckel 5 vom Ofenkessel 1 abheben bzw. absenken kann.

Fig.. 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf den Ofendeckel in teilweiser Schnittdarstellung in einlagiger Variante der Kühlrohre. In den als Kühlflüssigkeitsverteilkanal 27 ausgebildeten Deckelring 4 mit dem äusseren 4' und inneren Mantel 4" münden sämtliche parallel und voneinander beabstandeten Kühlrohre 30. Aus Gründen besserer Uebersicht wurde in Fig. 2 der feuerfeste Baustoff, in den die Kühlrohre eingebettet sind, nicht dargestellt. Der Verteilkanal 27 ist durch eine Abschlusswand 33' unterbrochen und in einen linken und einen rechten Verteilkanalkühlkreislauf aufgeteilt. Für beide Verteilkanalkühlkreisläufe ist eine Kühlflüssigkeitseintrittsöffnung 28 vorgesehen und zur Abführung der Kühlflüssigkeit ist für den linken Verteilkanalkühlkreislauf am äusseren Mantel 4' des Deckelringes 4 ein Stutzen 29a und für den rechten Verteilkanalkühlkreislauf ein Stutzen 29b angeordnet. Die Strömungsrichtung in beiden Kühlkreisläufen im Verteilkanal 27 ist durch die Pfeile mit der Bezugsziffer 31 wiedergegeben. Die Flüssigkeitskühlvorrichtung des Ofendeckels 5 umfasst mehrere hydraulisch voneinander getrennte Kühlkreisläufe, die durch mehrere in Serie hintereinandergeschaltete, parallel angeordnete Kühlkanalpaare gebildet sind, wobei zwischen den Kühlkanaleintrittsöffnungen und den -austrittsöffnungen jedes Kühlkreislaufes eine Trennwand 33 vorgesehen ist. Die Kühlkanaleintrittsöffnungen sämtlicher Kühlkreisläufe sind durch Pfeile mit den Bezugsziffern 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55 und die Kühlkanalaustrittsöffnungen sind ebenfalls durch Pfeile mit den Bezugsziffern 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56 bezeichnet.

Zwischen den Trennwänden 33 und dem äusseren Mantel 4' des Deckelringes 4 werden Bypassöffnungen 34 gebildet,

wobei unter Berücksichtigung des hydraulischen Widerstandes der zugeordneten Kühlrohre 30 eine vorbestimmte Menge der Kühlflüssigkeit direkt durch den Verteilkanal 27 und eine vorbestimmte Menge der Kühlflüssigkeit durch die Kühlrohre 30 strömt. Ein Teil der Kühlrohre 30 mündet unmittelbar in den Verteilkanal 27 und ein anderer Teil der Kühlrohre 30 ist innerhalb des Verteilkanals 27 durch Umlenkammern 32 untereinander verbunden und hydraulisch vom Verteilkanal 27 getrennt.

10 Im Deckelzentrum befindet sich die Deckelöffnung 35 für die Elektroden und im rechten Teil die Öffnung für den Rauchgasabzug 36. In den Wandungen der Öffnungen 35 und 36 sind Kühlkammern 37 und 38 vorgesehen, in die ein weiterer Teil der Kühlrohre 30 mündet. Der Pfeil mit der Bezugs-
15 ziffer 39 gibt die Kipprichtung des Ofens beim Ausgiessen an, und derjenige mit der Bezugsziffer 40 für das Abschlagen. Durch diese Kühlanordnung ist gewährleistet, dass durch den Kippvorgang beim Ausgiessen eventuell sich gebildete Dampfblasen vollständig aus dem Kühlsystem entfernt
20 werden können.

Eine übersichtliche Darstellung der Anordnung der Kühlkreisläufe ist in Fig. 5 zu sehen. Jedoch soll in Fig. 2 anhand eines Kühlkreislaufes der Strömungsweg der Kühlflüssigkeit und die Wirkungsweise des Kühlsystems verdeutlicht werden.
25

Durch die Kühlkanaleintrittsöffnung, die mit Pfeil mit der Bezugsziffer 41 bezeichnet ist, tritt das Kühlwasser in das Kühlrohr 30 ein, gelangt in die Kühlkammer 37 der Deckelöffnung 35, tritt aus dieser wieder aus, strömt durch das Kühlrohr 30 zurück, wird durch die Umlenkammer 32
30 umgelenkt und tritt hernach in die Kühlkammer 38 der Deckelöffnung 36 ein. Nunmehr zirkuliert die Kühlflüssigkeit zwischen den Kühlkammern 37 und 38 hin und her, strömt

danach nur noch zwischen den Kühlkammern 37 und den Umlenk-
kammern 32 im Verteilkanal 27, bis es schliesslich durch
die Austrittsöffnung, die mit Pfeil mit der Bezugsziffer
42 bezeichnet ist, wieder in den Verteilkanal 27 zurück.
5 Während des in den Kühlrohren 30 und den Kühlkammern 37
und 38 zurückgelegten Weges hat sich das Kühlwasser erwärmt
und mischt sich nun mit der durch die Bypassöffnungen 34
direkt durch den Verteilkanal 27 hindurchgeströmte, ver-
gleichsweise kältere Flüssigkeit und kühlt die erwärmte
10 Flüssigkeit ab. Der Vorgang wiederholt sich bei jedem Kühl-
kreislauf. Ueberhitzungen werden dadurch vermieden und
eventuell entstandene Dampfblasen werden ohne Verzug aus
dem Kühlsystem entfernt.

Fig. 3 zeigt einen vertikalen Schnitt durch den Ofendeckel
15 5 gemäss Fig. 2. In diesem Bild sind die Umlenk-
kammern 32 und die Kühlkammern 38 der Deckelöffnung 36 zu erkennen,
die jeweils mit den Kühlkanälen 30' der Kühlrohre 30 ver-
bunden sind.

In Fig. 4 ist ein vergrösserter Ausschnitt aus einem Teil
20 des Ofendeckels 5 gemäss Fig. 2 veranschaulicht. Hierbei
sind die in Fig. 2 bereits dargestellten Strömungswege
der Kühlflüssigkeit übersichtlicher zu sehen. Die Trenn-
wände 33 gemäss der beispielsweise Ausführungsform in
Fig. 2 und 4 könnten sich auch in einer anderen Position
25 befinden, als in Fig. 2 und 4 dargestellt. Es ist jedoch
für die Wirksamkeit des Kühlsystems von Bedeutung, dass
sich die Trennwände 33 bzw. die Bypassöffnungen 34 jeweils
zwischen den Eintritts- und Austrittsöffnungen der Kühl-
rohre 30 jedes Kühlkreises befinden.

30 In Fig. 4 grenzen zwei Kühlkreisläufe aneinander. Aus dem
einen tritt das erwärmte Kühlwasser aus dem Kühlrohr 30
gemäss Pfeil mit der Bezugsziffer 32 in den Verteilkanal

27, vermischt sich dort mit der durch die Bypassöffnung 34 geströmten relativ kälteren Kühlflüssigkeit, die durch den Pfeil mit der Bezugsziffer 31 bezeichnet ist. Anschliessend teilt sich der Kühlflüssigkeitsstrom in zwei Teile.

5 Der eine Teil strömt gemäss Pfeilrichtung mit Bezugsziffer 45 in den benachbarten Kühlkreislauf durch das Kühlrohr 30, während der andere Teil im Verteilkanal 27 entlang der Umlenkammer 32 durch die in Fig. 4 dargestellte obere Bypassöffnung 34 weiterfliesst. Dieser eben geschilderte

10 Vorgang wiederholt sich beständig und sorgt für eine effiziente Kühlwirkung in jedem Kühlkreislauf des Ofendeckels.

Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt einer schematischen Draufsicht auf den Ofendeckel in teilweiser Schnittdarstellung in zweilagiger Variante der Kühlrohre 30a und 30b. In den

15 als Kühlflüssigkeitsverteilkanal 27 ausgebildeten Deckelring 4 mit dem äusseren 4' und inneren Mantel 4" münden sämtliche parallel und annähernd senkrecht zur Kipprichtung angeordnete und voneinander beabstandete Kühlrohre 30a, 30b. Im Gegensatz zu der Kühlrohranordnung in Fig. 2, sind

20 in dieser Weiterbildung der Erfindungsidee die Kühlrohre 30a, 30b zweilagig, in zwei Ebenen, ausgebildet. Die Kühlrohre 30a, deren Lage dem Gefässinneren zugewandt ist und welche einstückig ausgebildet sind, sind an ihrem gegenüber dem Verteilkanal 27 gelegenen Ende U-förmig abgebogen und

25 schliessen sich an die äussere Lage der Kühlrohre 30b an. Die Kühlrohre 30a, 30b sind somit paarweise ausgebildet, wobei mehrere Kühlrohre 30a, 30b gruppenweise in Serie hintereinander geschaltet sind und über den gesamten Ofendeckel 5 in mehrere Kühlkreisläufe wie in Fig. 2 unterteilt

30 sind.

Ein derartiger Kühlkreislauf ist auf Fig. 5 vollständig veranschaulicht und soll nachfolgend erläutert werden.

Die Kühlflüssigkeit tritt zentral durch die Eintrittsöffnung 28 in den Verteilkanal 27 ein, strömt gemäss Pfeil mit der Bezugsziffer 31 nach links und teilt sich in zwei Teilströme auf, wobei einer 31' durch die Kühlkanaleintritts-
5 öffnung 60 in das untere Kühlrohr 30a strömt und der andere 31 durch die von der Trennwand 33 und dem äusseren Mantel 4' des Deckelringes 4 gebildete Bypassöffnung 34 strömt. Nach der U-förmigen Umlenkung fliesst die Kühlflüssigkeit durch das obere Kühlrohr 30b in Richtung Verteilkanal 27
10 zurück, wird aber von diesem durch die Umlenkammer 32' hydraulisch getrennt. Die Umlenkammer 32' führt die Kühlflüssigkeit zur Kühlflüssigkeitseintrittsöffnung 60' des nachfolgenden unteren Kühlrohres 30a und der Kreislauf wiederholt sich bis die Kühlflüssigkeit gemäss Pfeil 31'
15 durch die Austrittsöffnung 62 wieder in den Verteilkanal 27 gelangt und sich dort mit dem direkt durch den Verteilkanal 27 geflossenen Teilstrom 31 mischt und sich abkühlt. Hernach strömt die Kühlflüssigkeit zum Teil durch den nächstfolgenden Kühlkreislauf und zum Teil direkt durch den Verteilkanal 27, in der oben näher geschilderten Weise.
20

Die in den Ofendeckel 5 hineinragenden U-förmig gebogenen Enden der Kühlrohre 30a, b werden durch Befestigungstraversen 62 mechanisch festgehalten. Die Befestigungstraversen 62 sind auf Fig. 5 nur schematisch angedeutet. Zur Kühlung
25 der Wandung der Deckelöffnung 35 ist ein Kühlkanal 37' vorgesehen, dessen Kühlflüssigkeitsab- und -zufuhr auf Fig. 5 nicht dargestellt ist. Die Anordnung der Kühlrohre 30a, b, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, ist lediglich eine beispielhafte Ausführungsform und dient zur Veranschaulichung der
30 beiden Lagen der Kühlrohre 30a, b. Eine andere Ausführungsform würde darin bestehen, die Kühlrohre 30a, b übereinander anzuordnen und nicht seitlich zu versetzen wie in Fig. 5 dargestellt. Das würde bedeuten, dass die wendelförmige Fortführung der Kühlrohre 30a, b ausschliesslich durch
35 die U-förmige Abbiegung in seitlicher Richtung erfolgt,

dass aber die Verteilkammer 32' die Kühlflüssigkeit im Verteilkanal vertikal führt, jedoch nicht in seitlicher Richtung wie es in Fig. 5 dargestellt ist.

5 In Fig. 6 ist ein vertikaler Schnitt durch den Ofendeckel 5 gemäss Fig. 5 zu sehen, wobei die untere 30a und obere Lage 30b der Kühlrohre gut zu erkennen ist. Da die Kühlrohre 30a, b die Armierung für den in Fig. 5 und 6 nicht dargestellten feuerfesten Baustoff bilden, müssen sie über eine ausreichende mechanische Festigkeit verfügen, um den Verbund Kühlrohre und feuerfesten Baustoff in der ebenen Ausbildung des Ofendeckels 5 beständig zu tragen. Hierzu dienen Befestigungstraversen 62, die sich am Deckelring 4 abstützen und die bei der Deckelöffnung 35 an der äusseren Wand des Kühlkanales 37' entlang geführt sind. Da sie nicht
10 zum unmittelbaren Verständnis der vorliegenden Erfindung gehören, sind sie in Fig. 5 und 6 lediglich andeutungsweise dargestellt.

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung der Kühlkreisordnung. Wie bereits eingehend in Fig. 2 geschildert, ist
20 der Verteilkanal 27 in einen rechten und einen linken Teil aufgeteilt. An jedem Teil sind jeweils 4 Kühlkreisläufe angeschlossen, und zwar am linken Teil die Kreisläufe mit den Eintrittsöffnungen 41, 43, 45 und 47 und den Austrittsöffnungen 44, 42, 46 und 48 und am rechten Teil die Kreisläufe mit den Eintrittsöffnungen 49, 51, 53 und 55 sowie
25 den Austrittsöffnungen 50, 52, 54 und 56, wobei zwischen den Eintritts- und Austrittsöffnungen jedes Kühlkreislaufes Bypassöffnungen 34 angeordnet sind.

Fig. 8 zeigt einen vertikalen Schnitt durch die Kühlrohre
30 und den feuerfesten Baustoff. Zwischen den Kühlrohren 30 und dem umgebenden Baustoff 57 sind Dilatationszwischenräume 58 vorgesehen, die beispielsweise mit Silikonkautschuk ausgefüllt sein können, um der Ausdehnung der feuerfesten

Masse Rechnung zu tragen und um Beschädigungen an den Kühlrohren 30 zu vermeiden. Silikonkautschuk ist einerseits feuerfest und andererseits kompressibel und wirkt als Puffer zwischen den Kühlrohren 30 und am feuerfesten Baustoff 58. Darüber hinaus ist es möglich, dass in einem bestimmten Ausmass Druckkräfte von der feuerfesten Masse 58 her auf die Kühlrohre einwirken und diese elastisch verformen. Diese Verformung ist jedoch reversibel und hat keinen nachteiligen Einfluss auf die Haltbarkeit der Kühlrohre 30 und auf die Kühlwirkung.

In Fig. 9 und 10 sind Weiterbildungen der Erfindungsidee dargestellt. Vorgefertigte Baueinheiten 57' aus feuerfestem Baustoff 57 werden in unterschiedlicher Anordnungsweise den Kühlrohren angebracht, wobei die Verbindungsstellen 59 der vorgefertigten Baueinheiten 57' zur mechanischen Befestigung mit einem feuerfesten Bindemittel, beispielsweise Silikonkautschuk, versehen sind.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Elektrischer Ofen, insbesondere Lichtbogenofen, mit einer Flüssigkeitskühlvorrichtung für thermisch hochbeanspruchte Bauteile des Ofendeckels (5), mit mindestens einer Oeffnung (35) im Deckel mit im wesentlichen horizontal angeordneten, mit von Flüssigkeit durchströmten, gruppenweise in Serie geschalteten Kühlrohren (30), die in einen Kühlflüssigkeitsverteilkanal (27) am Deckelring (4) münden, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlrohre (30) im wesentlichen parallel zueinander und annähernd senkrecht zur Kipprichtung des Ofens verlaufen und voneinander beabstandet sind, die Kühlrohre (30) in dem feuerfesten Baustoff (57) des Deckels (5) eingebettet sind und dessen Armierung bilden, und dass die Ab- und Zufuhr der Kühlflüssigkeit ausschliesslich über den als Kühlflüssigkeitsverteilkanal (27) ausgebildeten Deckelring (4) erfolgt.
2. Elektrischer Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Kühlrohre (30) unmittelbar in den Verteilkanal (27) mündet und ein anderer Teil der Kühlkanäle (30) innerhalb des Verteilkanals (27) einstückig oder durch Umlenkmittel (32) untereinander verbunden und hydraulisch vom Verteilkanal (27) getrennt ist, und die Wandungen der Deckel-Oeffnung(en) (35, 36) mehrere hydraulisch voneinander getrennte Kühlkammern (37, 38) aufweisen, in die ein weiterer Teil der Kühlkanäle (30) mündet, wobei aufeinanderfolgende, innerhalb des Verteilkanals (27) durch Umlenkmittel (32) verbundene Kühlkanalpaare, in aufeinanderfolgende Kühlkammern (37, 38) der Deckelöffnung(en) (35, 36) münden.
3. Elektrischer Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitskühlvorrichtung mehrere hydraulisch voneinander getrennte Kühlkreisläufe umfasst,

wobei jeder Kühlkreislauf durch mehrere in Serie hintereinander geschaltete, parallel angeordnete Kühlkanalpaare gebildet ist, und die Kühlflüssigkeitseintritts- und Austrittsöffnungen (41 bis 56) sämtlicher Kühlkreisläufe in den als Verteilkanal (27) ausgebildeten Deckelring (4) münden, und dass zwischen den Kühlflüssigkeitseintritts (41 bis 55)- und Austrittsöffnungen (42 bis 56) jedes Kühlkreislaufes im als Verteilkanal (27) ausgebildeten Deckelring (4) Bypassöffnung(en) (34) vorgesehen sind.

4. Elektrischer Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlrohre (30a, 30b) zweilagig ausgeführt sind, die Kühlrohre (30a) der dem Gefässinneren zugewandten Lage einstückig ausgebildet sind, und das eine Ende eines Teiles der Kühlrohre (30a) mit ihren Kühlflüssigkeitseintrittsöffnungen unmittelbar in den Verteilkanal (27) und der andere Teil des einen Endes der Kühlrohre (30a) in, innerhalb des Verteilkanales (27) angeordnete Umlenkmittel (32') mündet und hydraulisch vom Verteilkanal (27) getrennt ist, und das andere Ende der Kühlrohre (30a) U-förmig abgebogen ist und sich an die äussere Lage der Kühlrohre (30b) anschliesst, wobei ein Teil der äusseren Lage der Kühlrohre (30b) mit den Kühlflüssigkeitsaustrittsöffnungen unmittelbar in den Verteilkanal (27) und der andere Teil der äusseren Lage der Kühlrohre (30b) in, innerhalb des Verteilkanales (27) angeordnete Umlenkmittel (32') mündet und hydraulisch vom Verteilkanal (27) getrennt ist.
5. Elektrischer Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlenkmittel (32) durch Kammern im Verteilkanal (27) gebildet sind, die die Kühlflüssigkeit zwei benachbarter Kühlrohre eines Kühlkreislaufes führen und hydraulisch von der Kühlflüssigkeit im Verteilkanal (27) trennen.

6. Elektrischer Ofen nach, einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der gegenseitig benachbarten Kühlrohre (30) annähernd doppelt so gross ist, wie deren äusserer Durchmesser.
- 5 7. Elektrischer Ofen, nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der feuerfeste Baustoff (57) als vorgefertigte Baueinheit (57') in das Kühlsystem (30) des Ofendeckels (5) einsetzbar ist.
- 10 8. Elektrischer Ofen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Baueinheiten (57') mittels eines feuerfesten Bindemittels, beispielsweise Silikonkautschuk mechanisch fest miteinander verbunden sind.
- 15 9. Elektrischer Ofen, nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Kühlrohren (30) und dem umgebenden feuerfesten Baustoff (57, 57') Dilatationszwischenräume (58) vorgesehen sind.
- 20 10. Elektrischer Ofen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Dilatationszwischenräume (58) mit einem feuerfesten, kompressiblen Mittel, beispielsweise Silikonkautschuk ausgefüllt sind.
- 25 11. Elektrischer Ofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypassöffnung(en) (34) im Verteilkanal (27) derart bemessen sind, dass unter Berücksichtigung des hydraulischen Widerstandes der zugeordneten Kühlkanälen (30) eine vorbestimmbare Kühlflüssigkeitsmenge durch die Bypassöffnung(en) (34) strömt, die kleiner als diejenige ist, die durch die zugeordneten Kühlkanäle (30) strömt.
- 30 12. Elektrischer Ofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypassöffnung(en) (34) im Verteilkanal

(27) derart bemessen sind, dass unter Berücksichtigung
des hydraulischen Widerstandes der zugeordneten Kühl-
kanäle (30) eine vorbestimmbare Kühlflüssigkeitsmenge
durch die Bypassöffnung(en) (34) strömt, der gleich gross
5 oder grösser als diejenige ist, die durch die zugeord-
neten Kühlkanäle (30) strömt.

- 1/6 -

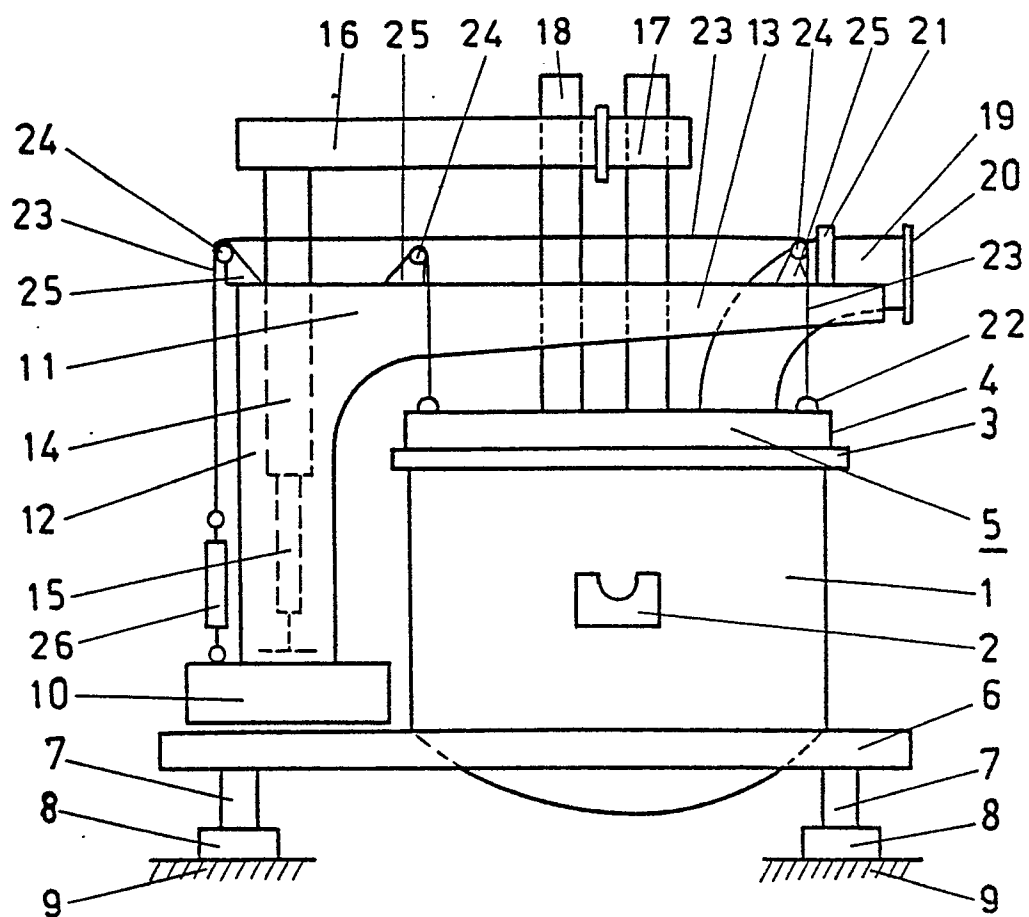


FIG. 1

FIG.2

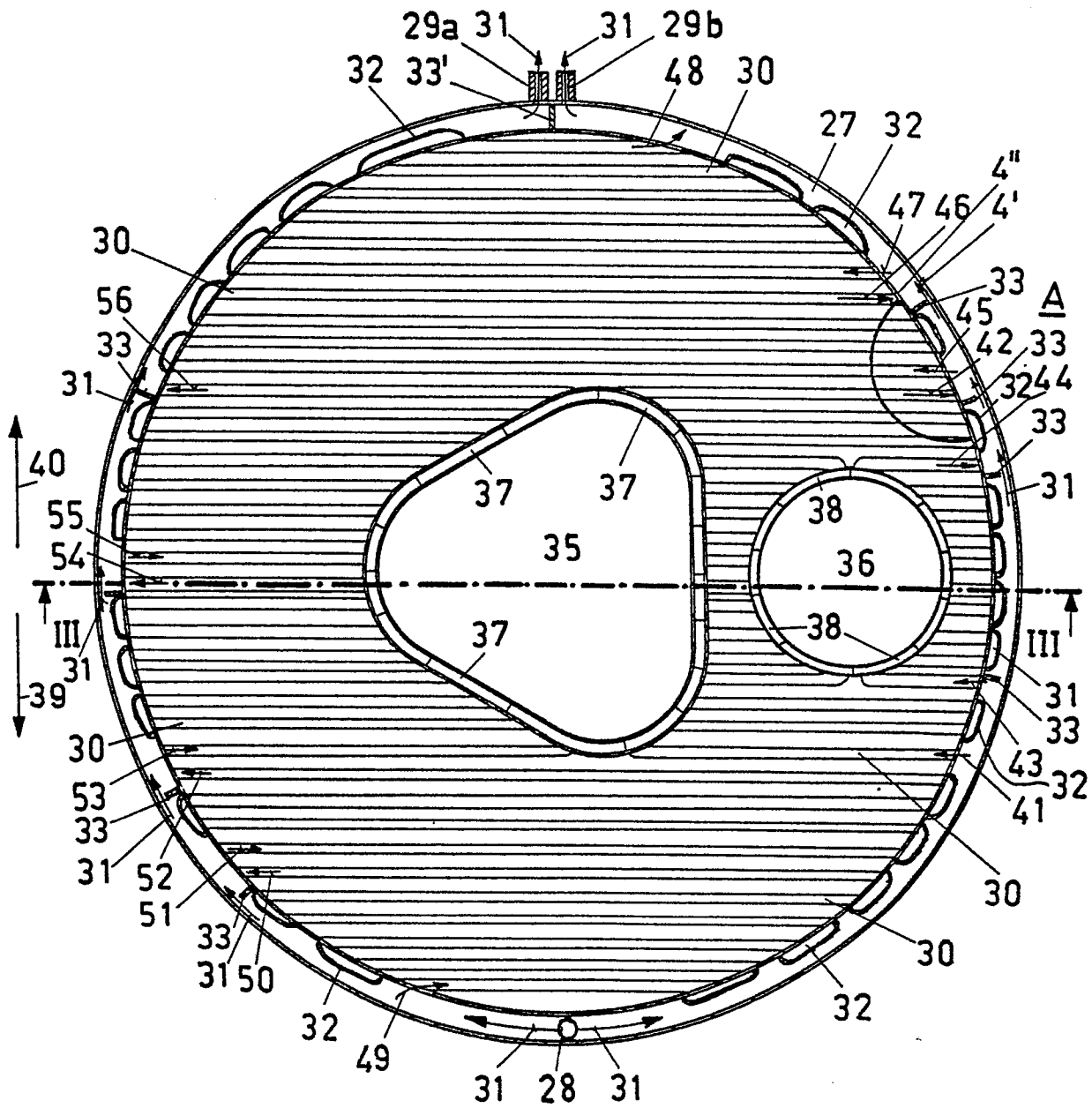
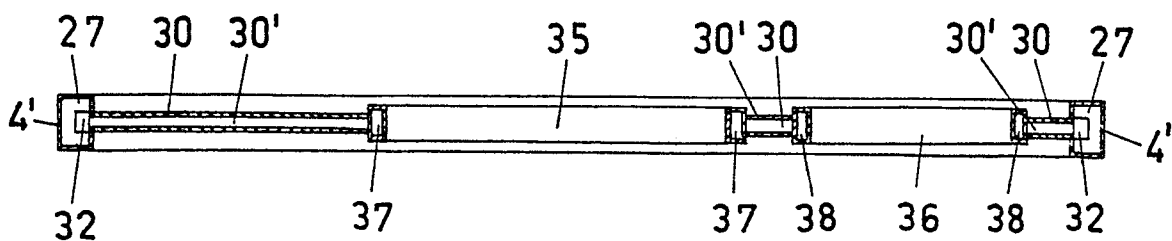


FIG.3



- 3/6 -

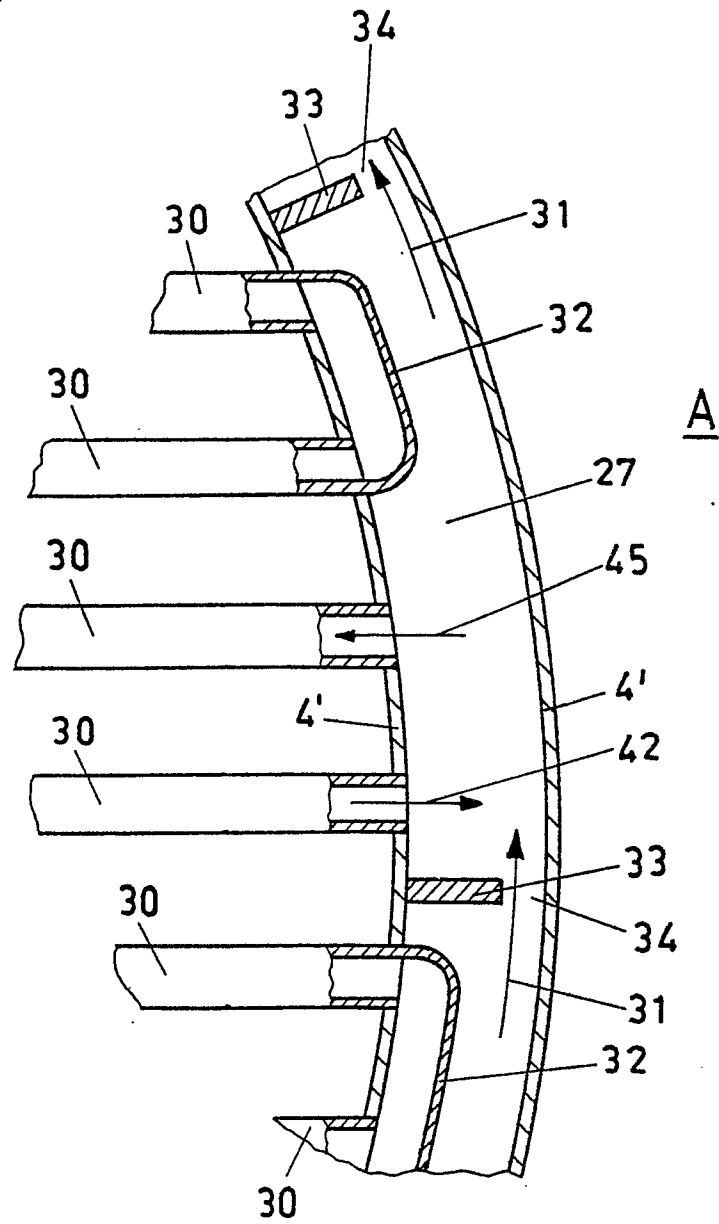


FIG. 4

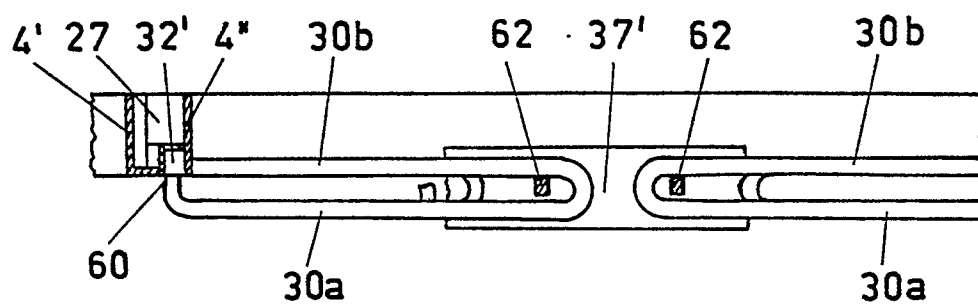


FIG. 6

- 6/6 -

FIG. 9

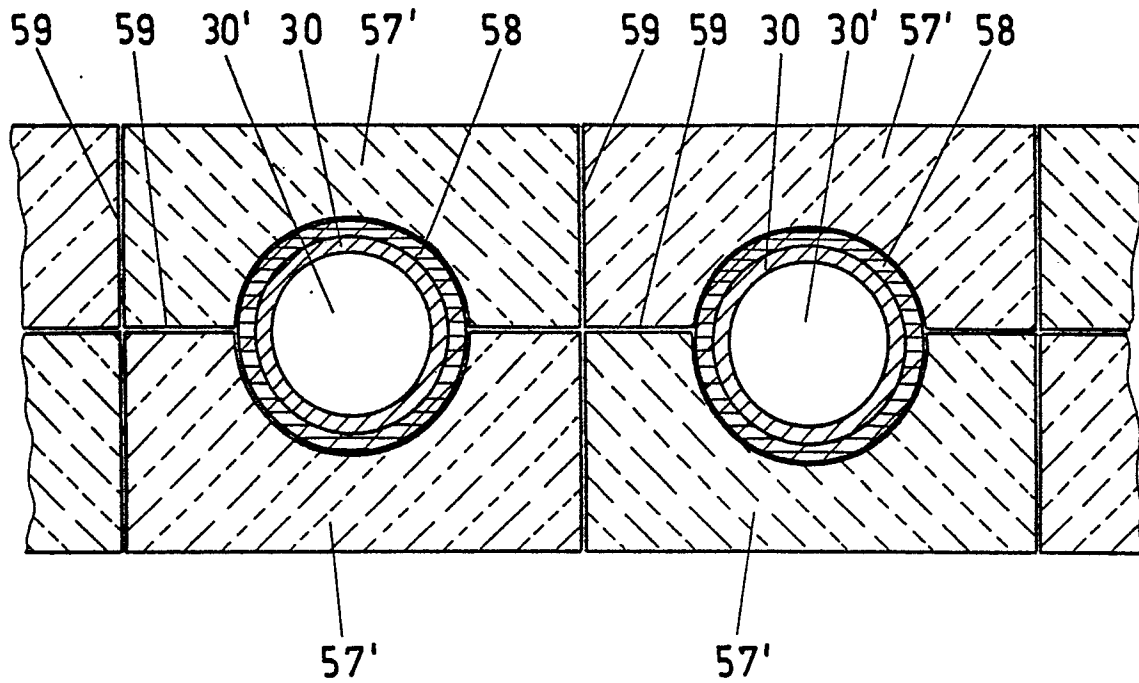
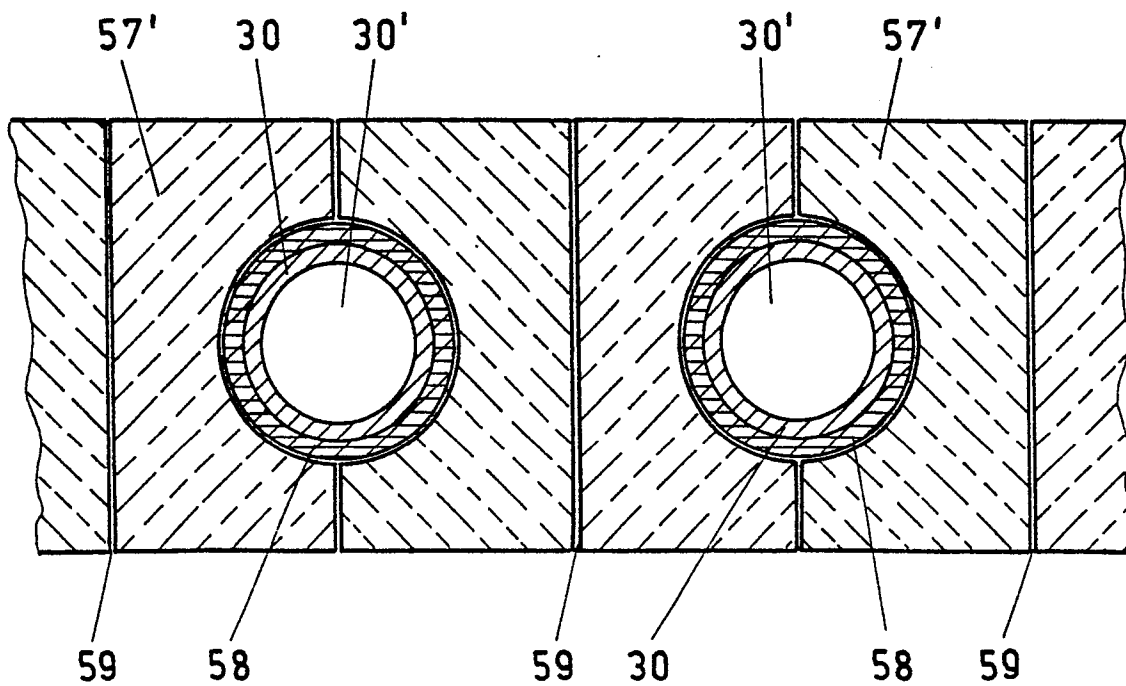


FIG. 10





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0085462
Nummer der Anmeldung

EP 83 20 0126

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------------------------------|---|--|---|---|---|---------------------------------|--|---------------------------|--|-----------------------|---|--|--|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³) | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | GB-A-2 006 410 (DEMAG) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,6; Ansprüche * | 1,2,3, 5,7,9 | F 27 B 3/16 F 27 B 3/24 F 27 D 1/12 | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | US-A-3 375 317 (K.W. HANSEN) * Insgesamt * | 1,2,4, 7,9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | FR-A-2 468 863 (MANNESMANN-DEMAG) * Abbildungen 3-5; Ansprüche 1-9 * | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | EP-A-0 029 416 (IMPIANTI) * Zusammenfassung; Abbildungen 4,5,7-11; Ansprüche * | 1,7,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | LU-A- 81 209 (SIDEPAL) * Abbildungen 1-4; Ansprüche 1-16 * | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | GB-A- 482 143 (STRAND) * Insgesamt * | 2,3,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | US-A-2 222 004 (SMITH) * Insgesamt * | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recherchenort DEN HAAG | | Abschlußdatum der Recherche 09-05-1983 | Prüfer OBERWALLENEY R.P.L.I | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table> | | | | KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN | E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist | X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet | D : in der Anmeldung angeführtes Dokument | Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie | L : aus andern Gründen angeführtes Dokument | A : technologischer Hintergrund | | O : mündliche Offenbarung | | P : Zwischenliteratur | & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze | |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN | E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet | D : in der Anmeldung angeführtes Dokument | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie | L : aus andern Gründen angeführtes Dokument | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A : technologischer Hintergrund | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O : mündliche Offenbarung | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P : Zwischenliteratur | & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze | | | | | | | | | | | | | | | | | |