



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 57 916 A1** 2004.06.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 57 916.4**  
(22) Anmeldetag: **11.12.2002**  
(43) Offenlegungstag: **24.06.2004**

(51) Int Cl.7: **B01D 1/26**

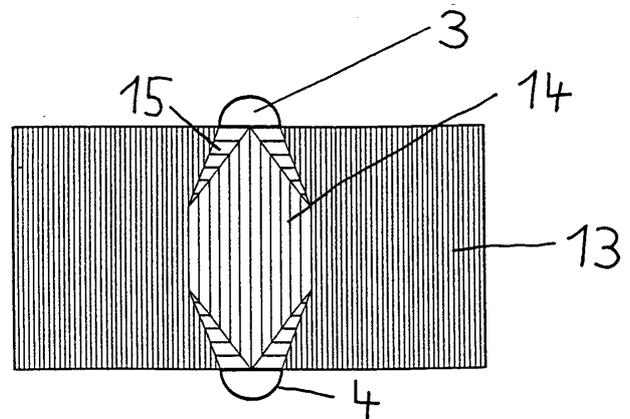
(71) Anmelder:  
**Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE**

(72) Erfinder:  
**Winkler, Dietmar, 81477 München, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Badkondensator mit mindestens einem Wärmetauscherblock (1a, 1b, 2a, 2b), der Verflüssigungspassagen (9) für ein Heizmedium und Verdampfungspassagen (13) für ein zu verdampfendes Fluid aufweist. Die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen (13) befinden sich an zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks (1a, 1b, 2a, 2b) und sind gegen die Umgebung offen. Die Ein- und Austrittsöffnungen in den Verflüssigungspassagen (9) sind ebenfalls an den beiden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks (1a, 1b, 2a, 2b) angeordnet, an denen sich die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen (13) befinden.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Badkondensator mit mindestens einem Wärmetauscherblock, der Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium und Verdampfungspassagen für ein zu verdampfendes Fluid aufweist, wobei sich die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen an zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks befinden und gegen die Umgebung offen sind.

[0002] Bei einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage mit einer Drucksäule und einer Niederdrucksäule wird flüssiger Sauerstoff aus der Niederdrucksäule gegen gasförmigen Stickstoff aus der Drucksäule in indirektem Wärmeaustausch in einem Wärmetauscher verdampft, wobei der Stickstoff kondensiert.

[0003] Bei einer Ausführung des Wärmetauschers als Badkondensator steht der Kondensatorblock in dem Flüssigkeitsbad, aus dem Flüssigkeit verdampft werden soll. Die Flüssigkeit tritt von unten in die Verdampfungspassagen des Kondensatorblockes ein und wird teilweise gegen das durch die Verflüssigungspassagen strömende Heizmedium verdampft. Die Dichte des in den Verdampfungspassagen verdampfenden Mediums ist geringer als die Dichte des umgebenden Flüssigkeitsbades, wodurch eine Siphonwirkung entsteht, so dass Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbad in die Verdampfungspassagen nachströmt.

[0004] Der Badkondensator wird in der Regel als Plattenwärmetauscher realisiert, der abwechselnd Verdampfungspassagen für den Sauerstoff und Verflüssigungspassagen für den Stickstoff aufweist. Die senkrecht verlaufenden Verdampfungspassagen sind oben und unten offen. Die Verflüssigungspassagen für den Stickstoff sind dagegen oben und unten mit seitlich am Kondensatorblock angebrachten Headern verbunden, über die der Stickstoff zugeführt bzw. abgezogen wird. Die Umlenkung des Stickstoffs von dem seitlichen Gas-Header, über den der Stickstoff zugeführt wird, in die senkrechten Stickstoffpassagen erfolgt über schräg im Kondensatorblock verlaufende Verteilkanäle. Entsprechend wird der kondensierte Stickstoff über schräg angeordnete Verteilpassagen aus den Verflüssigungspassagen in den Flüssigkeits-Header geführt.

[0005] Als Behälter für das Flüssigsauerstoffbad dient in der Regel der Sumpf einer Rektifikationssäule, beispielsweise der Niederdrucksäule, oder ein separater Kondensatorbehälter. Da es sich bei diesen Behältern um Druckbehälter handelt, sind diese praktisch ausnahmslos zylindrisch ausgeführt. Die Plattenwärmetauscherblöcke haben dagegen aus Kosten- und Fertigungsgründen eine quaderförmige Geometrie.

[0006] Um das aus verfahrenstechnischen Gründen benötigte Blockvolumen des Badkondensators in einem Behälter mit kreisrundem Querschnitt unterbringen zu können, muss für den Behälter oft ein größerer Durchmesser gewählt werden als für die zuge-

hörige Rektifikationssäule. Zudem wird der kreisrunde Behälterquerschnitt von dem in der Draufsicht rechteckigen Kondensatorblock mit den seitlich angebrachten Headern schlecht ausgenutzt. Dies bedingt höhere Kosten für den Behälter und für die infolge des größeren Durchmessers nötige Vergrößerung der den Behälter umgebenden Coldbox.

[0007] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen Badkondensator zu entwickeln, mit dem das Platzangebot in dem den Kondensator fassenden Behälter besser genutzt wird.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Badkondensator der eingangs genannten Art gelöst, bei dem die Ein- und Austrittsöffnungen in die Verflüssigungspassagen an den beiden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks angeordnet sind, an denen sich die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen befinden.

[0009] Der erfindungsgemäße Badkondensator besitzt mindestens einen Wärmetauscherblock, der Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium und Verdampfungspassagen für ein zu verdampfendes Fluid aufweist. Die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen befinden sich an zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks und sind gegen die Umgebung, das heißt zu dem Behälter, in dem der Badkondensator angeordnet ist, offen. Die Ein- und Austrittsöffnungen der Verflüssigungspassagen befinden sich ebenfalls an diesen beiden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks.

[0010] Zur Zuführung des Heizmediums ist mit den Eintrittsöffnungen der Verdampfungspassagen ein Gas-Header verbunden, der mit einem Stutzen versehen ist. Entsprechend ist ein Flüssigkeits-Header vorgesehen, der strömungsseitig mit den Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen verbunden ist. Der Gas-Header und der Flüssigkeits-Header stellen jeweils außerhalb des Kondensatorblocks eine Strömungsverbindung zwischen den einzelnen Verdampfungspassagen und einem an den jeweiligen Header angeschlossenen Stutzen dar und dienen zum Verteilen des zugeführten Heizmediums auf die Verdampfungspassagen beziehungsweise zum Zusammenführen des aus den Verdampfungspassagen austretenden Heizmediums.

[0011] Von Vorteil sind der Gas-Header und/oder der Flüssigkeits-Header mittig über bzw. unter dem Kondensatorblock angebracht. Auf diese Weise wird eine möglichst symmetrische Durchströmung der Verflüssigungspassagen erreicht.

[0012] Die Verdampfungspassagen und die Verflüssigungspassagen sind vorzugsweise in Richtung der Tiefe des Kondensatorblocks abwechselnd angeordnet, wobei jeweils in einer zu dieser Richtung senkrechten Ebene nur ein Typ von Passagen, d.h. entweder Verdampfungs- oder Verflüssigungspassagen, angeordnet sind. Als Höhe wird im Folgenden die Ausdehnung des Kondensatorblocks in der Hauptströmungsrichtung der einzelnen Passagen bezeichnet, d.h. in Richtung der Höhe wird der Block durch

die beiden Stirnflächen begrenzt, in denen die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen liegen. Die Blockbreite ist demnach die verbleibende Richtung, in der gleichartige Passagen nebeneinander angeordnet sind.

[0013] Vorzugsweise sind die Verdampfungspassagen so angeordnet, dass sich die Mehrzahl der Verdampfungspassagen geradlinig durch den Wärmetauscherblock erstreckt, wodurch der Druckverlust in den Passagen minimiert wird. Lediglich im Bereich des Gas- und des Flüssigkeits-Headers der Verflüssigungspassagen ist eine geradlinige Führung der Verdampfungspassagen nicht möglich, da ein Teilbereich der Stirnflächen durch die Header abgedeckt ist.

[0014] Von Vorteil sind die Verdampfungspassagen über die gesamte Breite des Kondensatorblocks verteilt. Da ein Teil der Stirnflächen von den Headern abgedeckt wird, ist es bei einer geradlinigen Führung der Verdampfungspassagen nicht möglich, die Verdampfungspassagen über die gesamte Breite des Blocks zu verteilen. Es werden deshalb Bereiche mit schräg verlaufenden Passagen vorgesehen, durch die das zu verdampfende Fluid auch in den Teil des Kondensatorblocks umgelenkt wird, der im "Schatten" der Header liegt, d.h. in den Teil des Blocks, der bei geradliniger Führung der Verdampfungspassagen nicht erreichbar wäre.

[0015] Vorzugsweise wird der Badkondensator aus mehreren Wärmetauscherblöcken aufgebaut. Durch den Einsatz mehrerer Wärmetauscherblöcke lässt sich die zur Verfügung stehende Fläche in dem den Badkondensator fassenden Behälter besser ausnutzen. Hierbei ist es zweckmäßig, einen großen Wärmetauscherblock zentral in dem Behälter und jeweils daneben zwei kleinere Blöcke anzuordnen. Eine besonders gute Flächenausnutzung wird erzielt, wenn in der Draufsicht, d.h. in einer durch die Blockbreite und -tiefe definierten Ebene, die längeren Seiten der kleineren Blöcke ungefähr den kürzeren Seiten des größeren Blocks entsprechen und zusätzlich die kürzeren Seiten der kleineren Blöcke ungefähr dem 0,162-fachen des Durchmesser entsprechen, in den die Blöcke einbeschrieben werden sollen.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden vier in der Draufsicht rechteckige Wärmetauscherblöcke zu einem Badkondensator verbunden. Zwei größere Blöcke liegen nebeneinander zentral in dem Behälter. Je ein kleinerer Block wird auf beiden Seiten der großen Blöcke angeordnet. Statt mit drei oder vier Blöcken kann der Behälterquerschnitt auch mit beliebig vielen Blöcken ausgefüllt werden.

[0017] Von Vorteil besitzen mehrere Wärmetauscherblöcke, besonders bevorzugt alle Wärmetauscherblöcke, einen gemeinsamen Gas- und einen gemeinsamen Flüssigkeits-Header. Die Zuführung des Heizmediums erfolgt über einen einzigen Gas-Header, der mit allen Eintrittsöffnungen in die Verflüssigungspassagen der verschiedenen Wärme-

tauscherblöcke verbunden ist. Entsprechend wird das Heizmedium auch über einen einzigen Flüssigkeits-Header aus allen Wärmetauscherblöcken wieder abgezogen.

[0018] Die Verteilung des Heizmediums auf die einzelnen Verflüssigungspassagen eines Blocks erfolgt bevorzugt innerhalb des Kondensatorblocks in Bereichen mit Verteilkanälen, die eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Heizmediums von den Eintrittsöffnungen auf die gesamte Breite des Wärmetauscherblocks bewirken.

[0019] Der erfindungsgemäße Badkondensator ist insbesondere für den Einsatz in Tieftemperaturluftzerlegungsanlagen und hierbei ganz besonders als Hauptkondensator einer Doppelsäule geeignet.

[0020] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

[0021] **Fig. 1** einen erfindungsgemäßen Badkondensator,

[0022] **Fig. 2** die Draufsicht auf den Badkondensator nach **Fig. 1**,

[0023] **Fig. 3** die Orientierung der Verflüssigungspassagen in einem Wärmetauscherblock und

[0024] **Fig. 4** die Orientierung der Verdampfungspassagen in dem Block.

[0025] In **Fig. 1** ist ein erfindungsgemäßer Badkondensator dargestellt, der als Hauptkondensator in einer Doppelsäule einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage zum Einsatz kommt. Der Badkondensator besitzt zwei zentrale Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b** sowie zwei kleinere Wärmetauscherblöcke **2a**, **2b**. Die Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** verfügen über einen gemeinsamen Gasheader **3** und einen gemeinsamen Flüssigkeitsheader **4**.

[0026] In **Fig. 2** ist eine Draufsicht auf den Badkondensator gemäß **Fig. 1** zeigt. Der Badkondensator wird entweder zentral in einer runden Rektifikations säule oder einem separaten kreisrunden Kondensatorbehälter angeordnet. Die Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** werden daher so dimensioniert und angeordnet, dass eine gute Flächenausnutzung einer vorgegebenen Kreisfläche **5**, beispielsweise der Säulenquerschnittsfläche, erreicht wird. Zu diesem Zweck ist es günstig, wenn in der Draufsicht die Länge **6** der beiden kleineren Blöcke **2a**, **2b** etwa der Summe der kürzeren Seiten **7** der beiden zentralen Blöcke **1a**, **1b** entspricht und zusätzlich die kürzeren Seiten **8** der kleineren Blöcke **2a**, **2b** so gewählt werden, dass diese dem 0,162-fachen des Kreises **5** entspricht, in den die Blöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** einbeschrieben werden sollen.

[0027] Die Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** sind identisch aufgebaut. In **Fig. 3** ist beispielhaft ein Schnitt durch den Wärmetauscherblock **1a** gezeigt, in dem der Verlauf der Verflüssigungspassagen zu erkennen ist. Als Heizmedium wird im Hauptkondensator einer Luftzerlegungsanlage gasförmiger Stickstoff eingesetzt. Der gasförmige Stickstoff wird den

Verflüssigungspassagen **9** der Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** über den Gasheader **3** zugeführt. [0028] Der Gasheader **3** ist als halbzyklindrisches Rohr ausgeführt und mittig auf den oberen Stirnflächen der Blöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** angeordnet. Unterhalb des Gasheaders **3** befindet sich ein dreieckförmiger Bereich **10** mit senkrecht verlaufenden Verteilpassagen. Die Basis dieses gleichschenkligen und mit der Spitze nach unten gerichteten Dreiecks **10** wird von der Unterkante des halbzyklindrischen Gasheaders **3** gebildet.

[0029] Beiderseits des dreieckigen Bereichs **10** sind weitere dreieckige Bereiche **11** mit horizontal verlaufenden Verteilkanälen angeordnet. Die dreieckigen Bereiche **11** werden zum einen durch die Oberseite des Wärmetauscherblocks **1a** zwischen dem Gasheader **3** und der parallel zum Gasheader **3** verlaufenden Außenkante **12** des Blocks **1a** und zum anderen durch einen Schenkel des Dreiecks **10** begrenzt. Die dritte Seite ergibt sich durch die Verbindung der Außenkante **12** mit der Spitze des Dreiecks **10**. Die obere und die untere Hälfte der Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** sind spiegelsymmetrisch zueinander aufgebaut.

[0030] Der gasförmige Stickstoff wird über den Gasheader **3** dem Badkondensator zugeführt und auf die Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** verteilt. In jedem der Blöcke **1a**, **1b**, **2a**, **2b** strömt der Stickstoff zunächst in den vertikalen Kanälen des dreieckigen Bereichs **10** nach unten und wird dann in die horizontalen Passagen **11** umgelenkt. Über diese horizontalen Passagen **11** erfolgt die Verteilung des Stickstoffs in die eigentlichen Verflüssigungspassagen **9**. Der Stickstoff tritt in Wärmeaustausch mit dem in den Verdampfungspassagen **13** (siehe Fig. 4) entgegenströmenden Sauerstoff, wird abgekühlt und verflüssigt. Der flüssige Stickstoff verlässt die Passagen **9** über die Verteilkanäle **11** und **10** und den unteren Flüssigkeitsheader **4**.

[0031] Die Verdampfungspassagen **13** des Wärmetauscherblocks **1a** für den flüssigen Sauerstoff sind in Fig. 4 wiederum beispielhaft dargestellt. Die Wärmetauscherblöcke **1a**, **1b**, **2a** und **2b** sind auch im Hinblick auf die Verdampfungspassagen **13** identisch aufgebaut. Der Großteil der Verdampfungspassagen **13** verläuft geradlinig durch den Wärmetauscherblock **1a** und ist jeweils oben und unten offen gegen den umgebenden Raum, beispielsweise gegen die Rektifikationskolonne, in der sich der Badkondensator befindet. Im mittleren Bereich **14** des Wärmetauscherblocks **1a** ist eine geradlinige Führung der Verdampfungspassagen nicht möglich, da die obere und die untere Stirnfläche des Blocks **1a** von dem Gasheader **3** und dem Flüssigkeitsheader **4** abgedeckt sind.

[0032] Aus diesem Grund sind unterhalb des Gasheaders **3**, und entsprechend spiegelsymmetrisch oberhalb des Flüssigkeitsheaders **4**, zwei dreieckige Bereiche **15** mit horizontal verlaufenden Kanälen angeordnet. Die Oberkante eines solchen Dreiecks **15**

wird von der halben Grundlinie des Headers **3** bzw. **4** gebildet. Die untere Spitze des Dreiecks **15** liegt seitlich und unterhalb des Headers **3**. Der Bereich **14** zwischen den dem Gas-Header **3** zugeordneten Dreiecken **15** und den dem Flüssigkeits-Header **4** zugeordneten Dreiecken **15** weist senkrechte Kanäle auf.

[0033] Der flüssige Sauerstoff tritt im Betrieb von unten in die senkrechte Kanäle **13** ein. Im mittleren Bereich des Wärmetauscherblocks **1a** treffen die Kanäle **13** auf die beiden dreieckigen Bereiche **15**. Der flüssige Sauerstoff wird durch die horizontalen Passagen **15** nach innen umgelenkt, um dann in den senkrechten Passagen **14** nach oben zu strömen. Beim Durchströmen der inneren Passagen **14** und der geradlinigen Passagen **13** wird der Sauerstoff im indirekten Wärmeaustausch mit Stickstoff zumindest teilweise verdampft.

### Patentansprüche

1. Badkondensator mit mindestens einem Wärmetauscherblock, der Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium und Verdampfungspassagen für ein zu verdampfendes Fluid aufweist, wobei sich die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen an zwei gegenüberliegenden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks befinden und gegen die Umgebung offen sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ein- und Austrittsöffnungen in die Verflüssigungspassagen (**9**) an den beiden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks (**1a**, **1b**, **2a**, **2b**) angeordnet sind, an denen sich die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen (**13**) befinden.

2. Badkondensator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gas-Header (**3**) zum Einbringen des Fluids in die Verflüssigungspassagen (**9**) sowie ein Flüssigkeits-Header (**4**) zum Zusammenführen des aus den Verflüssigungspassagen (**9**) austretenden Fluids vorgesehen sind, die an den beiden Stirnflächen des Wärmetauscherblocks (**1a**, **1b**, **2a**, **2b**) angeordnet sind, an denen sich die Ein- und Austrittsöffnungen der Verdampfungspassagen (**13**) befinden.

3. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Mehrzahl der Verdampfungspassagen (**13**) geradlinig durch den Wärmetauscherblock (**1a**, **1b**, **2a**, **2b**) erstreckt.

4. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Wärmetauscherblöcke (**1a**, **1b**, **2a**, **2b**) vorgesehen sind, wobei ein gemeinsamer Gas-Header (**3**) sowie ein gemeinsamer Flüssigkeits-Header (**4**) für mehrere Wärmetauscherblöcke (**1a**, **1b**, **2a**, **2b**) vorgesehen sind.

5. Verwendung eines Badkondensators nach einem der Ansprüche 1 bis 4 in einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

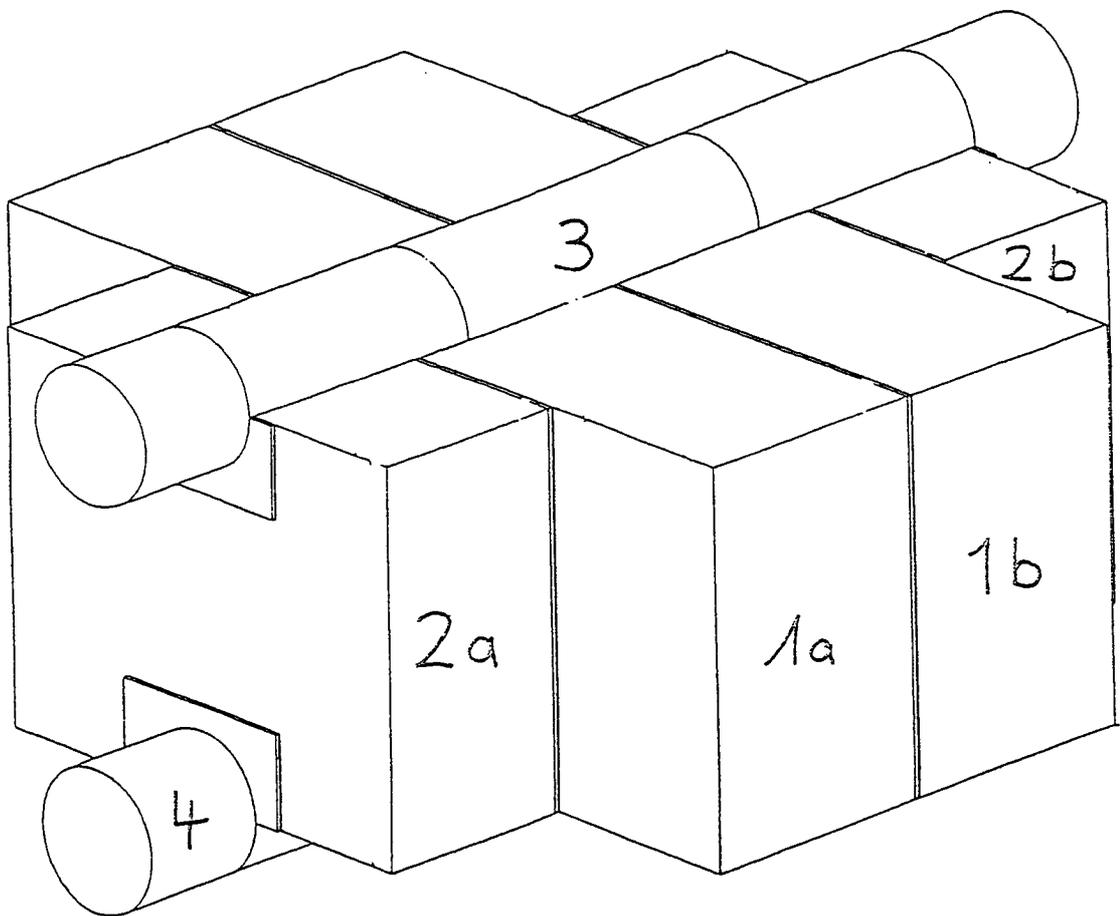


Fig. 2

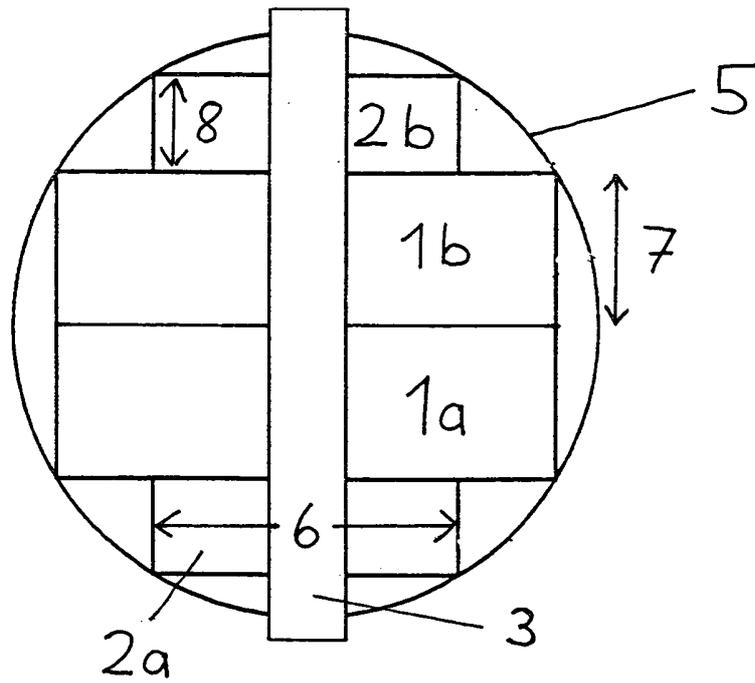


Fig. 3

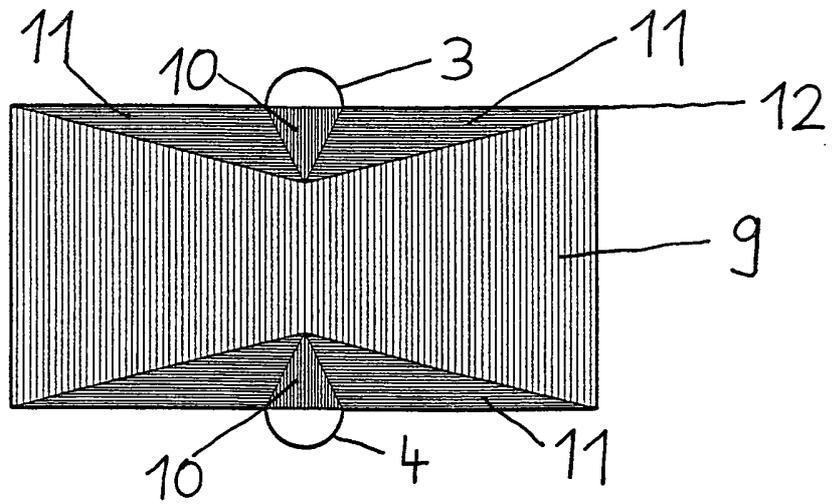


Fig. 4

