

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 299 529
A2

(2)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88111435.9

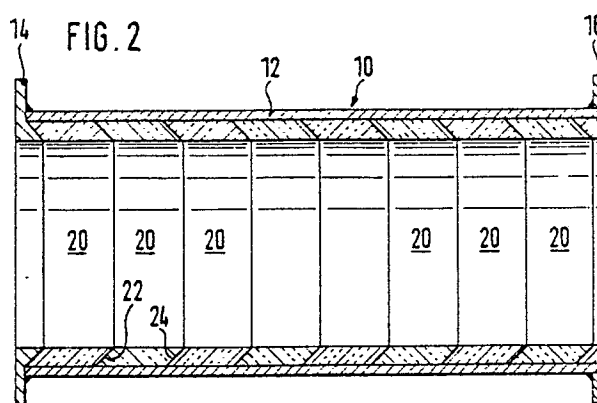
(51) Int. Cl.⁴ **B02C 17/16**

(22) Anmeldetag: 15.07.88

(30) Priorität: 16.07.87 DE 3723558

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.89 Patentblatt 89/03(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE FR GB IT LI(71) Anmelder: **ERICH NETZSCH GMBH & CO**
HOLDING KG
Gebrüder-Netzsch-Strasse 19
D-8672 Selb(DE)(72) Erfinder: **Klimaschka, Norbert**
Lärchenweg 5
D-8672 Selb(DE)
Erfinder: **Schmidt, Wolfgang**
Alexander von Humboldt-Strasse 13
D-8672 Selb(DE)
Erfinder: **Enderle, Udo**
Albert-Schweitzer-Strasse 2
D-8590 Marktredwitz(DE)(74) Vertreter: **Goetz, Rupert et al**
Patentanwälte Wuesthoff- v.
Pechmann-Behrens-Goetz Schweigerstrasse
2
D-8000 München 90(DE)(54) **Mühle, insbesondere Rührwerksmühle.**

(57) Die Innenwand eines Mahlbehälters (10) ist aus mehreren Keramikringen (20; 46) zusammengesetzt, die durch eine Umhüllung (12) zusammengehalten sind. Die Keramikringe (20; 46) lassen sich von Fall zu Fall aus einem an das Mahlgut angepassten keramischen Werkstoff, beispielsweise Siliziumnitrid, herstellen und in den Mahlbehälter (10) einbauen. Sie können an ihren Stirnseiten (22, 24) ineinandergreifende Profile aufweisen und/oder an ihren Stirnseiten (22, 24) miteinander verklebt sein.



EP 0 299 529 A2

Mühle, insbesondere Rührwerksmühle

Die Erfindung betrifft eine Mühle, insbesondere Rührwerksmühle, mit einem Mahlbehälter, der eine Innenwand aus abriebfestem Material aufweist.

In der Mahltechnik ist seit langem das Prinzip der autogenen Vermahlung bekannt. Danach wird Mahlgut, das von Verunreinigungen freigehalten werden soll, in einer Mühle verarbeitet, deren mit dem Mahlgut in Berührung kommende Teile aus einem Werkstoff bestehen, der mit dem Mahlgut möglichst weitgehend übereinstimmt. Besondere Bedeutung hat die autogene Vermahlung bei der Herstellung von Ausgangsmaterial für Hochleistungs-Keramik. Je feiner und reiner das pulverförmige Ausgangsmaterial gemahlen ist und je homogener es mit Bindehilfsmitteln zur Formgebung vermischt werden kann, desto fester ist in der Regel das Endprodukt. Schon mikroskopisch kleine Fremdkörper können bei Bauteilen aus Hochleistungs-Keramik eine Bruchursache darstellen.

Um bei Mühlen, deren Mahlbehälter aus Stahl oder anderem Metall besteht, eine Berührung des Mahlguts mit diesem Metall zu vermeiden, ist es üblich, Auskleidungen aus einzelnen segmentförmigen Steinen zusammenzusetzen. Solche Auskleidungen lassen sich nur mit mehr oder weniger breiten Fugen herstellen, die mit einem Bindemittel, beispielsweise Mörtel ausgefüllt werden müssen und meist stärker verschleißanfällig sind als die Steine selbst. Solche Auskleidungen oder Ausmauerungen sind vor allem bei Kugelmühlen bis zu den größten vorkommenden Abmessungen üblich. Andererseits werden zum Zerstoßen von Werkstoffen zu Pulvern seit alters her einstückige Mörser aus Naturstein oder Porzellan verwendet.

Für Mühlen mittlerer Größe, insbesondere Rührwerksmühlen, deren Mahlbehälter sich nicht einstückig aus abriebfestem Material, insbesondere hochfester Keramik, herstellen lassen, fehlt es bisher an einer Auskleidung, die sich aus einem an das Mahlgut angepaßten Werkstoff herstellen und von Fall zu Fall entsprechend dem zu verarbeitenden Mahlgut einbauen läßt und weitgehend verschleißfest ist. Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Mühle mit einer solchen Auskleidung zu schaffen.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß, ausgehend von einer Mühle der eingangs beschriebenen Gattung, dadurch gelöst, daß die Innenwand aus mehreren Keramikringen zusammengesetzt ist, die durch eine Umhüllung zusammengehalten sind.

Keramikringe lassen sich in allen praktisch vorkommenden Größen herstellen, wobei übliche Herstellungsverfahren des Drehens oder Gießens angewandt werden können. Solche Ringe lassen sich

mit einer axialen Länge in der Größenordnung des 2- bis 6-fachen, vorzugsweise des 3- bis 5-fachen ihrer Dicke herstellen und brennen, ohne daß sie sich in störender Weise verziehen oder gar reißen. Aus einer beliebigen Anzahl solcher Ringe läßt sich von Fall zu Fall eine mehr oder weniger lange Innenwand eines Mahlbehälters zusammensetzen.

Die Keramikringe bestehen vorzugsweise aus Siliciumnitrid. Je nach Art des in der Mühle zu verarbeitenden Mahlguts eignen sich aber auch andere Nitride, insbesondere Aluminium-Nitrid, Titan-Nitrid, Zirkon-Nitrid, Yttrium-Nitrid, Magnesium-Nitrid, Beryllium-Nitrid sowie hexagonales oder kubisches Bor-Nitrid. Für andere Anwendungsfälle eignen sich bestimmte Carbide besonders gut, beispielsweise Silicium-Carbid, Bor-Carbid, Titan-Carbid, Tantal-Carbid, Wolfram-Carbid und polykristalliner Diamant. Die Keramikringe können aber auch aus oxidischen und nichtoxidischen Massen bestehende Mischkeramiken sein.

Die einzelnen Keramikringe können plane Stirnseiten aufweisen, die stumpf aneinander stoßen. Es ist jedoch zweckmäßig, wenn die Keramikringe an ihren Stirnseiten ineinandergreifende Profile aufweisen; beispielsweise eignen sich Profile in der Art von Nut- und Federverbindungen sowie konische Profile. Durch solche Profile werden die Keramikringe in bezug zueinander zentriert und zu einer statisch und dynamisch hoch belastbaren Innenwand miteinander verbunden.

Die Belastbarkeit der Verbindung zwischen den einzelnen Keramikringen läßt sich noch dadurch erhöhen, daß die Keramikringe an ihren Stirnseiten miteinander verklebt sind.

Es ist ferner vorteilhaft, wenn die Keramikringe mindestens je einen radial nach außen ragenden Flansch aufweisen, an dem die Umhüllung anliegt. Auf diese Weise lassen sich die Keramikringe derart versteifen, daß sie nur eine geringe Wanddicke aufzuweisen brauchen. Durch die geringe Wanddicke wird die Fähigkeit der Keramikringe verbessert, in der Mühle entstehende Wärme nach außen abzuführen.

Dementsprechend ist es besonders zweckmäßig, wenn zwischen den Flanschen Kühlmittelkanäle ausgebildet sind.

Die Umhüllung kann ein Metallrohr sein oder aus einzelnen Ringen, vorzugsweise aus Metall, bestehen oder eine wendelförmige Bandage sein, die vorzugsweise ebenfalls aus Metall besteht.

Wenn die Umhüllung eine wendelförmige Bandage ist, dann bildet diese zweckmäßigerweise selber einen Kühlmittelkanal.

In allen genannten Fällen kann die Umhüllung auf die Keramikringe aufgeschraubt sein.

Bei Rührwerksmühlen ist es üblich, daß an der Innenwand des Mahlbehälters Stäbe befestigt sind, die sich radial nach innen erstrecken. Solche Stäbe können grundsätzlich auch aus keramischem Werkstoff bestehen oder mit solchem Werkstoff verkleidet sein. Zweckmäßiger ist es jedoch, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung einige der Keramikringe der Innenwand des Mahlbehälters einstückig angeformte, radial nach innen ragende Vorsprünge aufweisen.

Dabei kann axial zwischen je zwei Keramikringen, die radial nach innen ragende Vorsprünge aufweisen, ein Keramikring mit glatter Innenseite angeordnet sein.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist innerhalb des Mahlbehälters eine Rührwelle mit einer aus Keramikringen zusammengesetzten Außenwand angeordnet.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn jedem mit Vorsprüngen versehenen Keramikring der Innenwand des Mahlbehälters ein außen glatter Keramikring der Rührwelle radial gegenüberliegt und jedem an seiner Innenseite glatten Keramikring der Innenwand des Mahlbehälters ein mit einstückig angeformten, radial nach außen ragenden Vorsprüngen versehener Keramikring der Außenwand der Rührwelle radial gegenüberliegt.

Vorzugsweise sind die Keramikringe der Rührwelle auf einen Metallkern aufgesteckt und durch diesen in axialer Richtung zusammengespannt gehalten.

Schließlich ist es zweckmäßig, wenn die Vorsprünge der genannten Innenwand des Mahlbehälters und/oder der Außenwand der Rührwelle im axialen und im radialen Querschnitt annähernd trapezförmig sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand schematischer Zeichnungen mit weiteren Einzelheiten erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 bis 6 verschiedene Ausführungsbeispiele eines Mahlbehälters für eine Rührwerksmühle, jeweils in einem axialen Schnitt, und

Fig. 7 und 8 Mahlbehälter und Rührwerk einer Rührwerksmühle in einem axialen Schnitt bzw. im radialen Schnitt VIII-VII in Fig. 7.

In Fig. 1 ist ein Mahlbehälter 10 dargestellt, der eine Umhüllung 12 in Gestalt eines innen glatten, zylindrischen Stahlrohrs aufweist. An die beiden Stirnseiten dieser Umhüllung 12 ist je ein ringförmiger Flansch 14 bzw. 16 angeschweißt. Um die äußere Mantelfläche der Umhüllung 12 herum ist eine Kühlmittelleitung 18 in Gestalt eines halbkreisförmigen Metallrohrs gewickelt und ebenfalls angeschweißt oder angelötet.

Der Mahlbehälter 10 hat eine Innenwand, die aus mehreren Keramikringen 20 zusammengesetzt ist. Diese bestehen beispielsweise aus Siliziumnitrid und sind stirnseitig dicht aneinandergesetzt. Die

Stirnseiten der Keramikringe 20 können, wie im rechten Teil der Fig. 1 dargestellt, eben sein, so daß die Keramikringe stumpf aneinander stoßen. In diesem Fall ist es besonders zweckmäßig, wenn die Keramikringe 20 stirnseitig miteinander verklebt sind.

Als Alternative dazu können die Keramikringe 20 Stirnseiten 22 und 24 aufweisen, die zueinander komplementär profiliert sind. Als Beispiel einer solchen Gestaltung sind im linken Teil der Fig. 1 Keramikringe 20 dargestellt, die je eine mit Rippenprofil versehene linke Stirnseite 22 und eine dazu komplementär genutete rechte Stirnseite 24 aufweisen. Benachbarte Keramikringe 20 mit derart gestalteten Stirnseiten 22 und 24 greifen in der Art von Nut- und Federprofilen ineinander.

Eine andere Möglichkeit, die Keramikringe 20 stirnseitig ineinandergreifen zu lassen, ist in Fig. 2 dargestellt; dort haben die Keramikringe 20 je eine hohlkegelförmige Stirnseite 22 und eine entsprechend kegelförmige Stirnseite 24.

Bei den in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen ist die Umhüllung 12 auf die in der beschriebenen Weise zusammengefügtten Keramikringe 20 derart aufgeschumpft, daß die zylindrischen Außenflächen der Keramikringe 20 vollständig an der Umhüllung 12 anliegen.

Die in Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsformen entsprechen bezüglich der Gestaltung der Umhüllung 12 als zylindrisches Rohr und auch bezüglich der Gestaltung der Stirnseiten 22 und 24 der in Fig. 1 bzw. Fig. 2 dargestellten Ausführungsform. Ein Unterschied gegenüber Fig. 1 und 2 besteht gemäß Fig. 3 und 4 darin, daß jeder einzelne Keramikring 20 einen radial nach außen ragenden ringförmigen Flansch 26 aufweist, auf dessen äußere Mantelfläche die Umhüllung 12 aufgeschumpft ist.

Gemäß Fig. 3 sind die Flansche 26 jeweils in einem mittleren Bereich des zugehörigen Keramikrings 22 angeordnet, während gemäß Fig. 4 die Flansche 26 jeweils an einem Ende des zugehörigen Keramikrings 20 angeordnet sind. Bei beiden in Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsformen ist zwischen den Flanschen 26 benachbarter Keramikringe 20 ein ringförmiger Kühlmittelkanal 28 freigelassen. Die Kühlmittelkanäle 28 können zu einem ununterbrochenen Kühlmittelkanal 30 vereinigt sein, beispielsweise dadurch, daß jeder Flansch 26 eine achsparallele Aussparung 32 aufweist und die Keramikringe 20 derart angeordnet sind, daß die Aussparungen 32 benachbarter Keramikringe um 180° gegeneinander versetzt sind.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform besteht die Umhüllung 12 aus Ringen von flachem Rechteckquerschnitt, die je eine Fuge zwischen benachbarten Keramikringen 20 überdecken. Auch diese Umhüllung 12 kann durch Aufschumpfen

befestigt sein: alternativ können die Ringe, von denen die Umhüllung 12 gebildet ist, mit Spannschlössern bekannter Art festgespannt sein. Gemäß Fig. 5 sind die Keramikringe 20 und die Umhüllung 12 von einem äußeren zylindrischen Mantel 34 aus Stahl umschlossen, der an seinen beiden Enden auf je einem zur Umhüllung 12 gehörigen, verdickten Ring 36 und 38 dicht aufliegt, so daß er einen rohrförmigen Kühlmittelkanal 40 umschließt.

In Fig. 6 ist eine Abwandlung von Fig. 5 dargestellt, bei der die Umhüllung 12 von einem um die Keramikringe 12 wen delförmig herumgewickelten, profilierten Metallband gebildet ist. In der oberen Hälfte der Fig. 6 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die gewickelte Umhüllung 12 ein U-förmiges Profil hat; in der unteren Hälfte der Fig. 6 hat die gewickelte Umhüllung 12 hingegen ein T-förmiges Profil. In beiden Fällen liegen Stege 42 dieses Profils dicht am äußeren Mantel 34 an, so daß sie einen entsprechend dem wendelförmigen Verlauf der Umhüllung 12 wendelförmigen Kühlmittelkanal 40 bilden.

In Fig. 7 und 8 ist eine Rührwerksmühle dargestellt, deren Mahlbehälter 10 Keramikringe 20 im wesentlichen in der Ausgestaltung und Anordnung entsprechend dem rechten Teil der Fig. 1 aufweist. Die Keramikringe 20 sind innen zylindrisch. Einer dieser Keramikringe 20 schließt dicht an eine Bodenplatte 44 an, die aus dem gleichen keramischen Werkstoff besteht, wie die Keramikringe 20. Auf dem untersten Keramikring 20 steht ein Keramikring 20 von gleicher Form und Größe, also mit ebenfalls glatter Innenfläche. Darüber steht ein Keramikring 46, der an seiner Innenseite radial nach innen ragende Vorsprünge 48 aufweist. Die Vorsprünge 48 sind einstückig mit dem Keramikring 46 ausgebildet und haben im axialen Querschnitt gemäß Fig. 7 wie auch im radialen Querschnitt gemäß Fig. 8 eine trapezförmige Form. Auf dem Keramikring 46 steht wieder ein Keramikring 20, der innen glatt ist; darüber steht ein weiterer Keramikring 46, der mit Vorsprüngen 48 versehen ist, usw.

Innerhalb des Mahlbehälters 10 ist eine Rührwelle 50 angeordnet, die einen doppelwandigen, rohrförmigen Metallkern 52 und auf diesem befestigte Keramikringe 54 und 56 aufweist. Jeder zweite Keramikring 54 ist außen glatt und von einem der mit Vorsprüngen 48 versehenen Keramikringe 46 umschlossen. Die übrigen Keramikringe 56 sind außen mit Vorsprüngen 58 versehen, die sich radial nach außen in Richtung zu einem den betreffenden Keramikring 56 umschließenden glatten Keramikring 20 des Mahlbehälters 10 erstrecken.

Ansprüche

1. Mühle, insbesondere Rührwerksmühle, mit einem Mahlbehälter (10), der eine Innenwand aus abriebfestem Material aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Innenwand aus mehreren Keramikringen (20; 46) zusammengesetzt ist, die durch eine Umhüllung (12) zusammengehalten sind.
2. Mühle nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Keramikringe (20; 46) aus Siliziumnitrid bestehen.
3. Mühle nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Keramikringe (20; 46) aus oxidischen und nichtoxidischen Massen bestehende Mischkeramiken sind.
4. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Keramikringe (20) an ihren Stirnseiten (22, 24) ineinandergreifende Profile aufweisen.
5. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Keramikringe (20; 46) an ihren Stirnseiten (22, 24) miteinander verklebt sind.
6. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Keramikringe (20) mindestens je einen radial nach außen ragenden Flansch (26) aufweisen, an dem die Umhüllung (12) anliegt.
7. Mühle nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß zwischen den Flanschen (26) Kühlmittelkanäle (28) ausgebildet sind.
8. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Umhüllung (12) ein Metallrohr ist.
9. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Umhüllung (12) aus einzelnen Ringen besteht.
10. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Umhüllung (12) eine wendelförmige Bandage ist.
11. Mühle nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Bandage einen Kühlmittelkanal (30) bildet.
12. Mühle nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Umhüllung (12) auf die Keramikringe (20) aufgeschrumpft ist.
13. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß einige der Keramikringe (46) der Innenwand des Mahlbehälters (10) einstückig angeformte, radial nach innen ragende Vorsprünge (48) aufweisen.
14. Mühle nach Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß axial zwischen je zwei Keramikringen (46) die radial nach innen ragende Vorsprünge (48) aufweisen, ein Keramikring (20) mit glatter Innenseite angeordnet ist.

15. Mühle nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß innerhalb des Mahlbehälters (10) eine Rührwelle (50) mit einer aus Keramikringen (54, 56) zusammengesetzten Außenwand angeordnet ist.

5

16. Mühle nach Anspruch 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß jedem mit Vorsprüngen (48) versehenen Keramikring (46) der Innenwand des Mahlbehälters (10) ein außen glatter Keramikring (54) der Rührwelle (50) radial gegenüberliegt, und jedem an seiner Innenseite glatten Keramikring (20) der Innenwand des Metallbehälters (10) ein mit einstückig angeformten, radial nach außen ragenden Vorsprüngen (58) versehener Keramikring (56) der Außenwand der Rührwelle (50) radial gegenüberliegt.

10

15

17. Mühle nach Anspruch 15 oder 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Keramikringe (54, 56) der Rührwelle (50) auf einen Metallkern (52) aufgesteckt und durch diesen in axialer Richtung zusammengespannt gehalten sind.

20

18. Mühle nach einem der Ansprüche 13 oder 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Vorsprünge (48, 58) im axialen und im radialen Querschnitt annähernd trapezförmig sind.

25

30

35

40

45

50

55

5

12/17/2001
3:00 PM
12/17/2001

FIG. 1

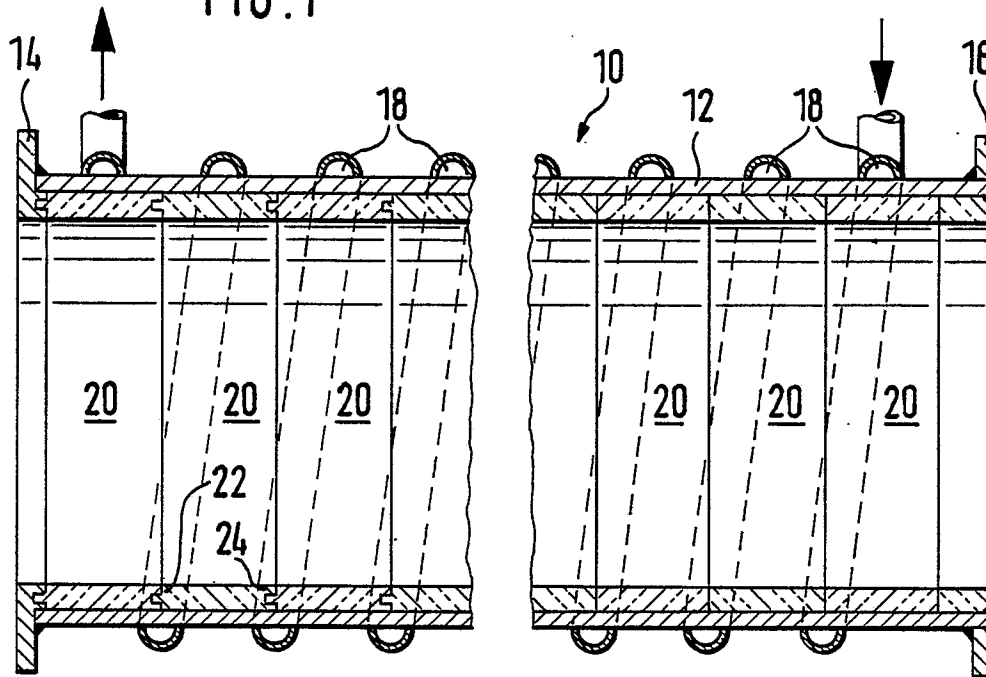
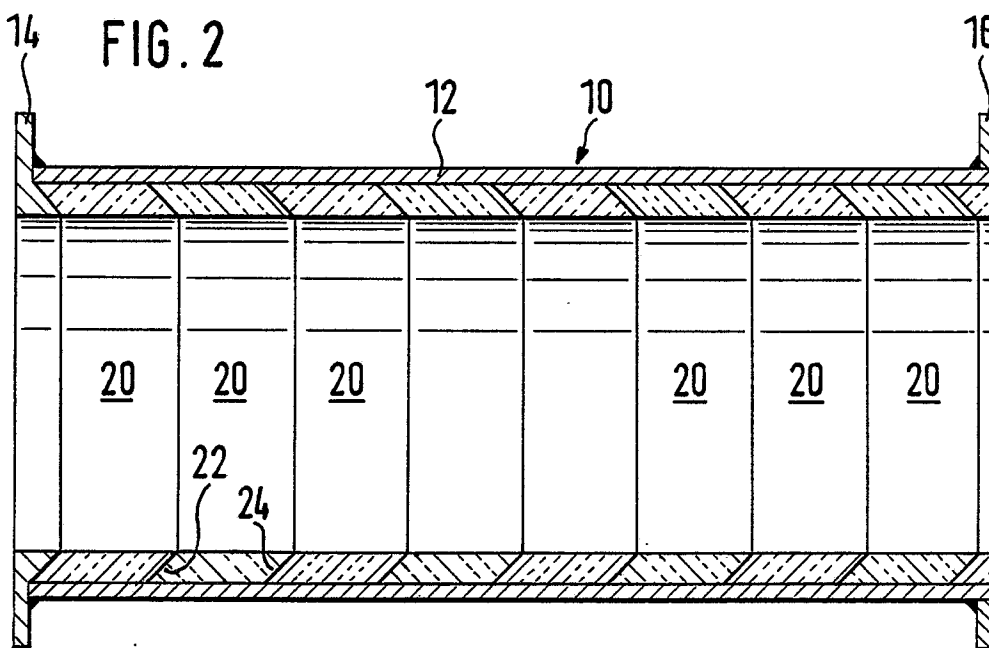


FIG. 2



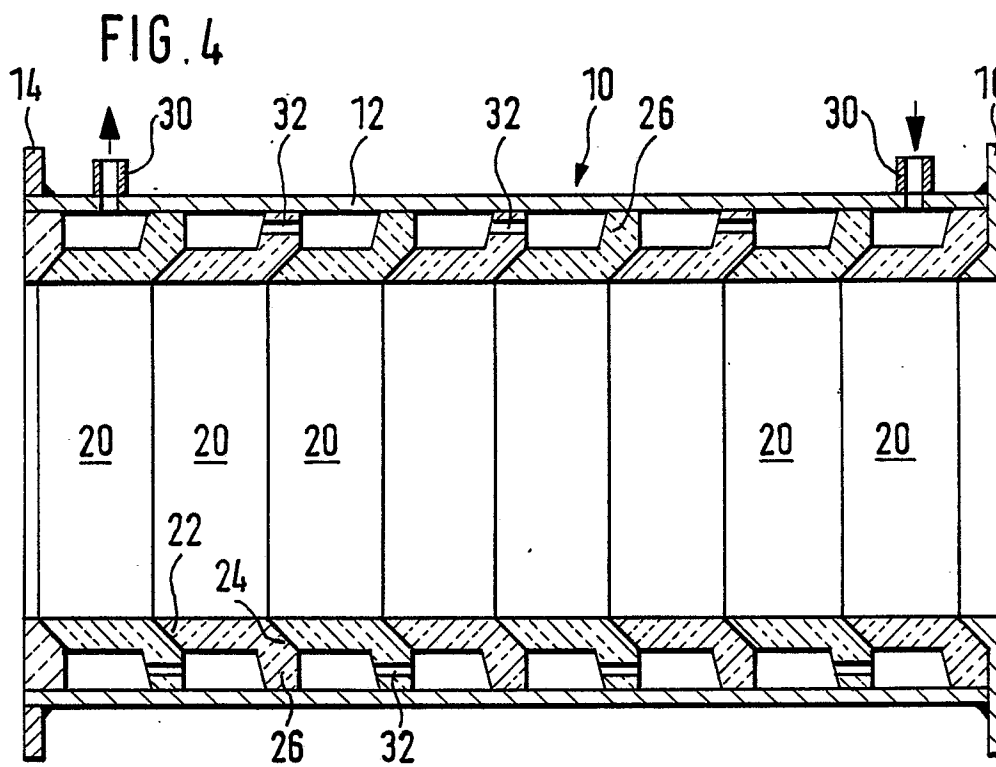
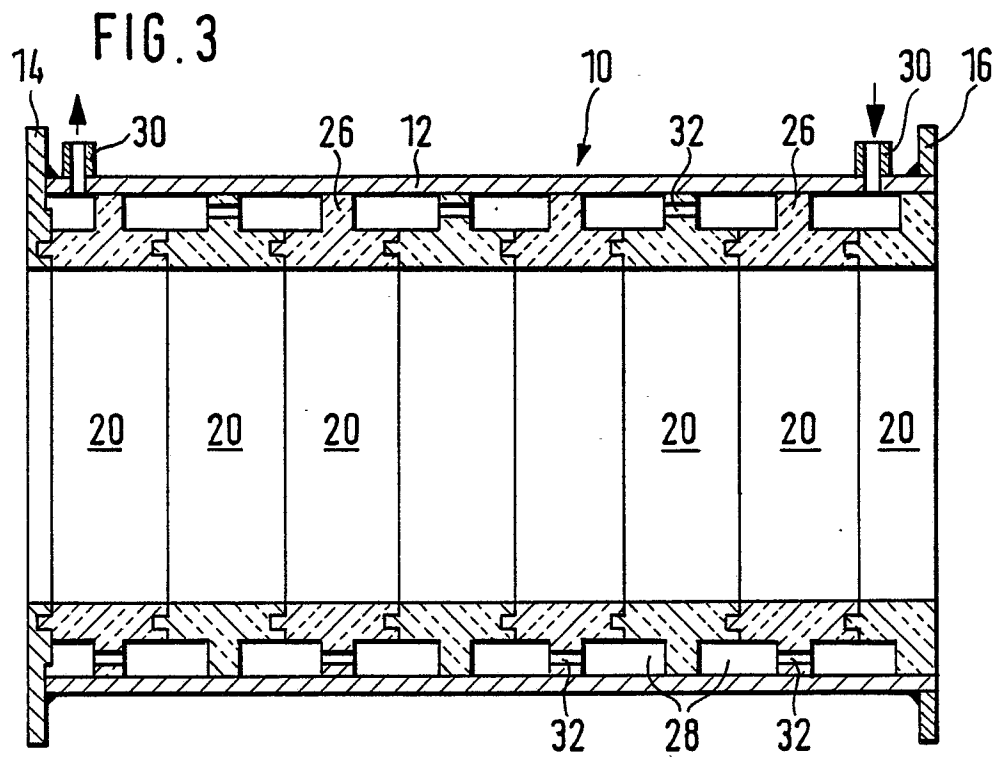


FIG. 5

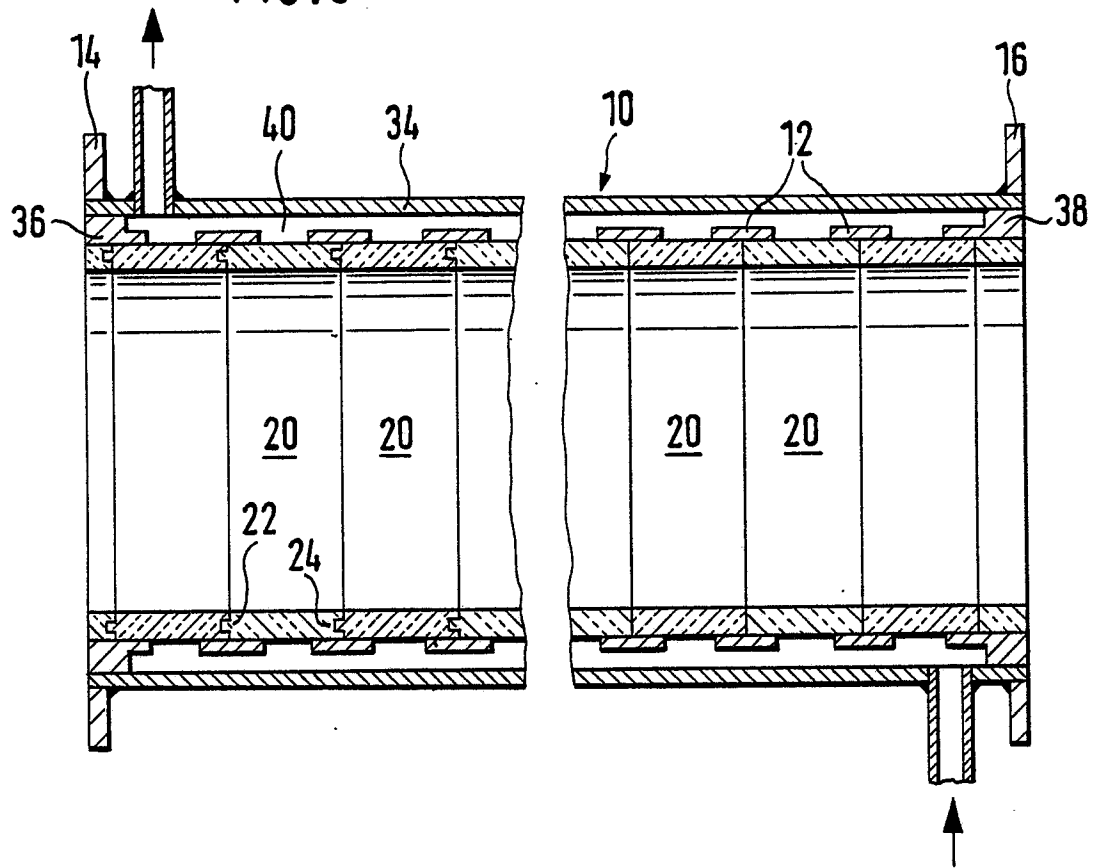
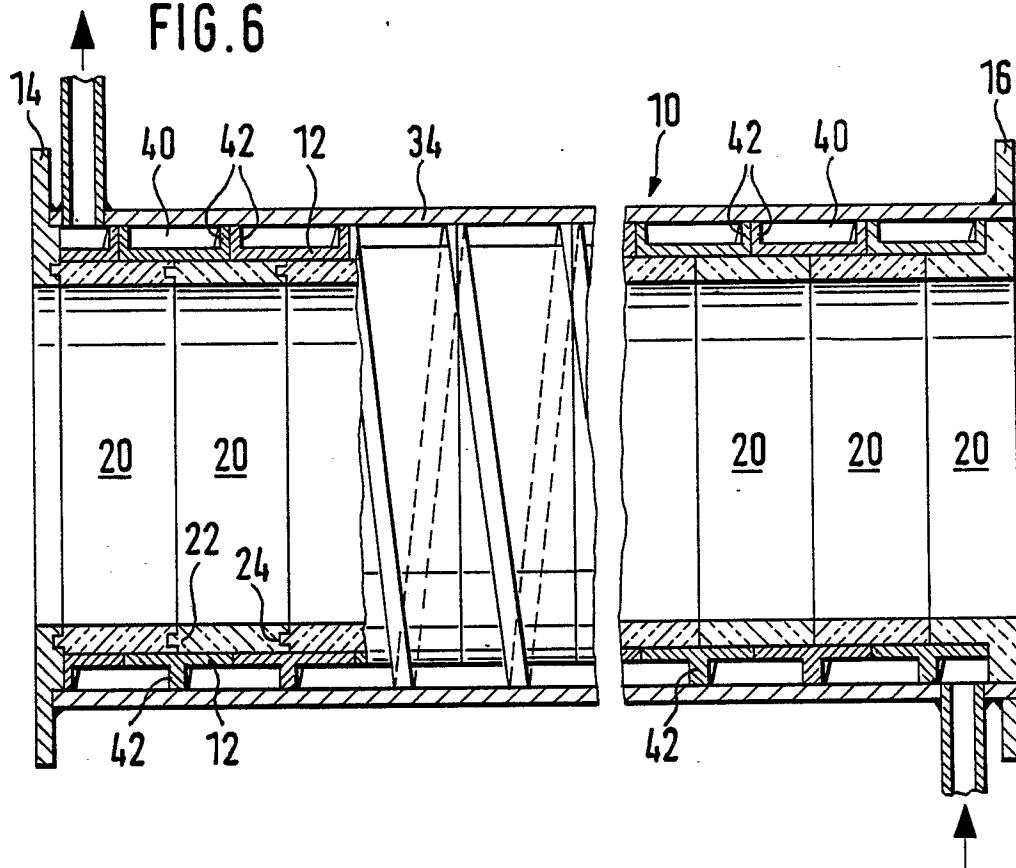


FIG. 6



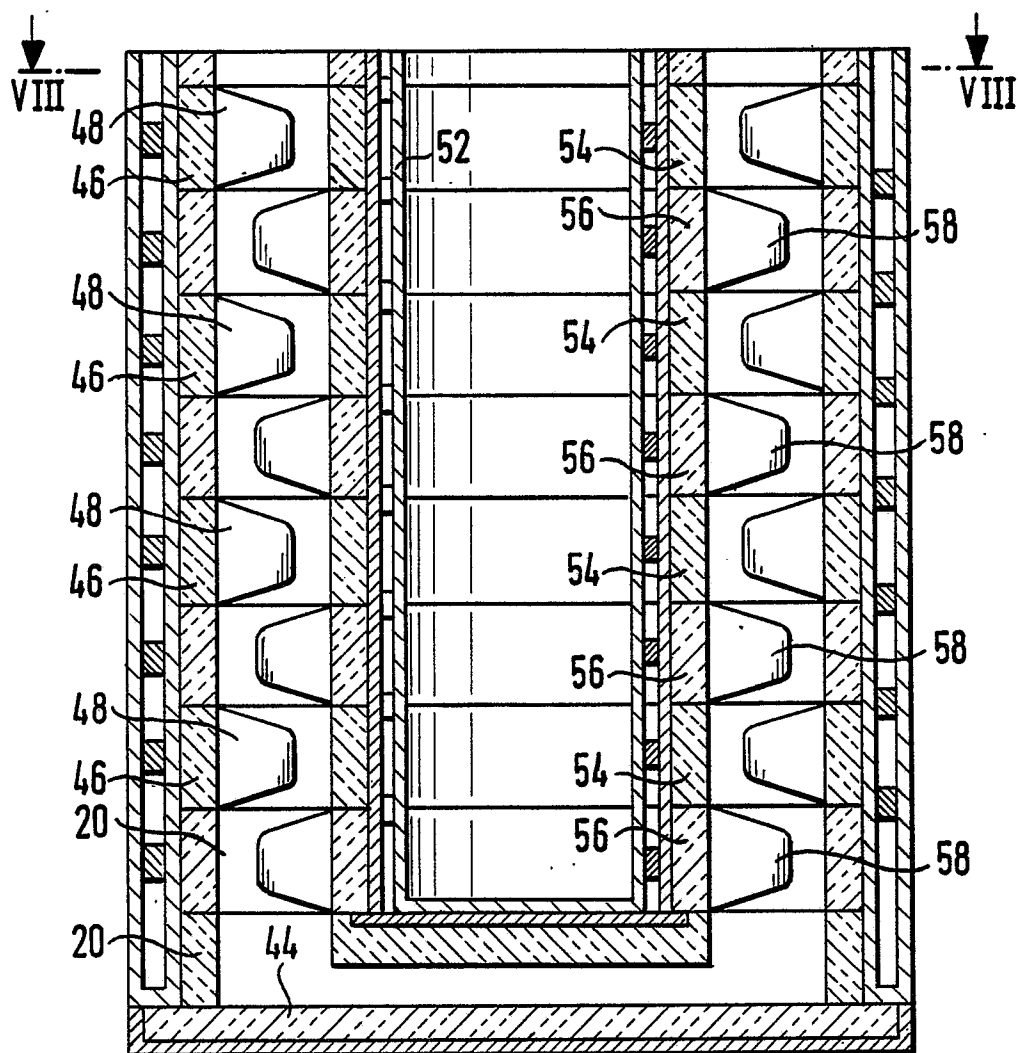


FIG. 7

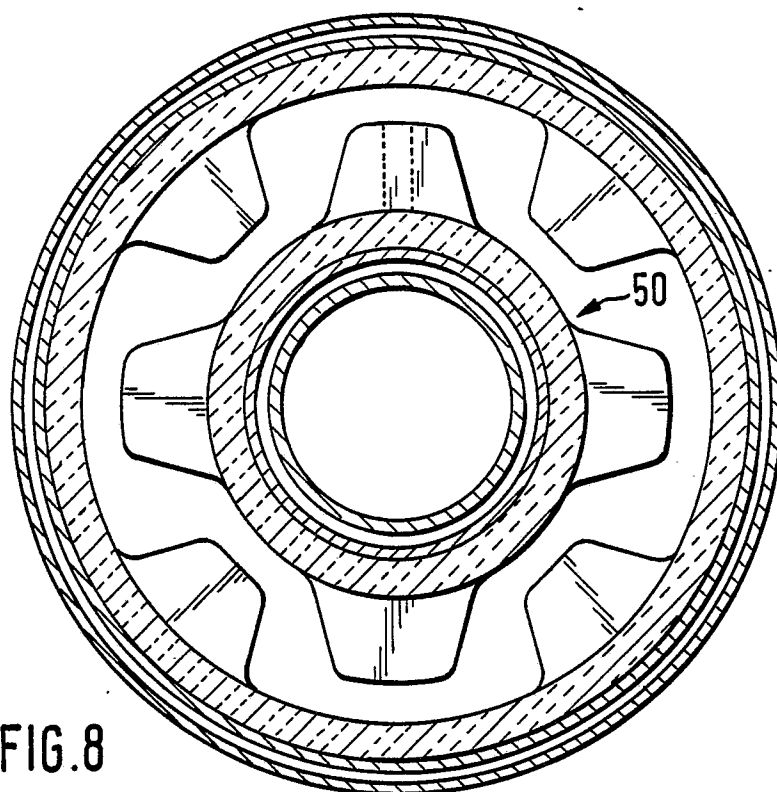


FIG. 8