



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 693 317 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.05.2001 Patentblatt 2001/18

(51) Int Cl.7: **B02C 17/22**

(21) Anmeldenummer: **95111378.6**

(22) Anmeldetag: **20.07.1995**

(54) **Auskleidung für die Trommeln von Kugelmöhlen**

Drum lining for ball mills

Revêtement pour tambours de broyeurs à billes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB IT

(30) Priorität: **23.07.1994 DE 4426211**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.01.1996 Patentblatt 1996/04

(73) Patentinhaber: **Maalwerk Amsterdam B.V.**
1013 BL Amsterdam (NL)

(72) Erfinder: **Bartels, Klaus**
D-57299 Burbach (DE)

(74) Vertreter: **Rehders, Jochen, Dipl.-Ing.**
Velten Franz Mayer & Jakoby,
Rechtsanwälte,
Postfach 19 02 51
40112 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 158 680 **FR-A- 993 264**
FR-A- 2 196 591 **US-A- 2 809 789**
US-A- 3 250 610 **US-A- 4 243 182**

- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8428 22.August 1984 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 84-175025 & SU-A-1 050 736 (AS UKR ELECTRODYNAMICS) , 30.Oktober 1983**

EP 0 693 317 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Auskleidung für die Trommeln von Kugelmühlen aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen.

[0002] Kugelmühlen dienen zum hochfeinen Vermahlen verschiedenen Mahlguts, insbesondere zum Vermahlen von Industriemineralien.

[0003] Hierzu wird das Mahlgut zusammen mit Kugeln in eine Trommel eingebracht und durch Drehen der Trommel vermahlen. Dies geschieht in der Weise, daß die Kugeln und das Mahlgut durch die Drehung der Trommel angehoben und in einer bestimmten Höhe umgeworfen werden, so daß das Mahlgut und die Kugeln wieder in den tiefsten Bereich der Trommeln zurückfallen. Um zu vermeiden, daß das Mahlgut und die Kugeln ausschließlich entlang der Trommeloberfläche entlangrutschen, ohne umgeworfen zu werden, ist es bei Kugelmühlen mit einer Trommelauskleidung aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silix oder Porzellan bekannt, eine profilierte Innenoberfläche vorzusehen. Bei diesen bekannten Auskleidungen hat sich die unregelmäßige Oberfläche als erforderlich erwiesen, da Hartguß, Gummi, Steatit, Silix oder Porzellan eine recht glatte Oberfläche von Anfang an aufweisen oder diese sich innerhalb kurzer Zeit im Gebrauch einstellt und das Mahlgut und die Kugeln daher die Tendenz haben, nur an der Trommeloberfläche entlangzurutschen.

[0004] Um daher überhaupt eine Mitnahme des Mahlguts und der Kugeln, die in der Regel aus dem gleichen Material wie die Auskleidung sind, und ein Umwerfen des Mahlguts und der Kugeln sowie ein ausreichendes Mahlergebnis zu erreichen, ist bei Auskleidungen aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silix oder Porzellan eine profilierte Oberfläche zwingend erforderlich und beispielsweise in der DE 158 680 C für Kieselsteine und Quarz beschrieben. Nachteilig ist bei diesen Materialien, daß der Abrieb der Oberfläche sehr stark ist, wodurch das Mahlgut kontaminiert wird, und daß durch den hohen Abrieb nur eine geringe Lebensdauer der Auskleidung gegeben ist.

[0005] Um eine höhere Lebensdauer zu erreichen, ist es des weiteren aus der FR-PS 993 264 bekannt, die Auskleidung mit hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Aluminiumoxidsteinen vorzunehmen. Diese Steine sind sehr hart und verschleißfest und behalten ihre verhältnismäßig rauhe Oberfläche wegen der hohen Abriebfestigkeit bei. Die bekannten Aluminiumoxidsteine weisen eine zum Trommelinnenraum gerichtete, nicht profilierte Oberfläche auf, der die Überlegung zugrunde liegt, aufgrund der Rauigkeit eine ausreichende Mitnahme des Mahlguts und der Kugeln sowie ein Umwerfen zu erreichen und die Kontamination des Mahlguts durch Abrieb von der Auskleidungsfläche zu vermindern. Mit dieser Auskleidung aus Aluminiumoxidsteinen konnte die Lebensdauer gegenüber Auskleidungen aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silix oder

Porzellan mehr als verdoppelt werden. Bei dieser verschleißfesten Auskleidung aus Aluminiumoxidsteinen wurde allerdings festgestellt, daß das Verhältnis von erforderlicher Antriebsleistung der Trommel zu Menge von vermahlenem Mahlgut ungünstig war, da ein Teil des Mahlguts mit den Kugeln zwar beim Drehen angehoben und umgeworfen wurde, ein Teil jedoch an der Auskleidungsinnenwand in den unteren Bereich der Trommel zurückrutschte, so daß ein Teil der Antriebsleistung in Form von Reibungswärme verloren ging, wobei die Reibung an der Auskleidungsinnenoberfläche Abrieb erzeugte, der das Mahlgut kontaminierte.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Auskleidung für Trommeln von Kugelmühlen zu schaffen, mit der sich eine verbesserte Mahlleistung, eine geringere Kontamination des Mahlguts und eine höhere Lebensdauer der Auskleidung erreichen lassen.

[0007] Ausgehend von dieser Aufgabenstellung wird eine Auskleidung für die Trommeln von Kugelmühlen aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen vorgeschlagen, die erfindungsgemäß eine stetig gewellte oder dachförmige, das Mahlgut und die Kugeln bei der Drehung der Trommel anhebende Oberfläche zum Trommelinnenraum hin aufweisen.

[0008] Mit der wellenförmig verlaufenden Oberfläche wurden betriebsinterne Dauerversuche durchgeführt, die gegenüber der Auskleidung mit glatten Aluminiumoxidsteinen nochmals eine Verdoppelung der Lebensdauer erbrachten, obwohl die Erfahrungen mit Auskleidungen aus Hartguß, Gummi, Steatit, Silix oder Porzellan das Gegenteil erwarten ließen. Des weiteren ist der Abrieb an der profilierten Oberfläche äußerst gering und ist die Mahlleistung, d. h. das Verhältnis von Menge des vermahlenen Mahlguts zur Antriebsleistung, gegenüber einer Auskleidung aus glatten Aluminiumoxidsteinen um 10 bis 20 % verbessert worden. Die Erklärung für diesen Effekt kann darin liegen, daß das Mahlgut mit den Kugeln durch die profilierte Oberfläche angehoben und umgeworfen wird, ohne an der Oberfläche zurück zu rutschen, so daß geringere Reibungsverluste und ein geringerer Verschleiß entstehen, was überraschend ist, da aus den Erfahrungen mit den bisher benutzten Auskleidungen das Gegenteil zu erwarten war. Bewirkt selbst der geringe Abrieb von Aluminiumoxidsteinen eine unzulässige Kontamination des Mahlguts können anstelle von Aluminiumoxidsteinen Zirkonoxidsteine oder hochverschleißfeste Steine aus ähnlichem Material eingesetzt werden.

[0009] Die wellenförmige Oberfläche kann an jedem Stein als ganze Welle oder als Halbwelle angeformt sein, so daß im zweiten Fall benachbarte Steine mit ihren Wellentälern bzw. Wellenbergen aneinanderstoßend in die Trommel gesetzt werden.

[0010] Vorzugsweise kann der Radius der Wellen etwa dem Radius der Kugeln in der Trommel entsprechen, die sich auf diese Weise in die wellenförmige Oberfläche einschmiegen, wodurch sich ein besonders wirksa-

mer Mitnahmeeffekt erreichen läßt.

[0011] Die profilierte Oberfläche läßt sich dachförmig gestalten, indem eine dachförmige Oberfläche an jedem Stein angeformt wird oder indem durch Aneinandersetzen der hohen bzw. niedrigen Kanten von Steinen mit unterschiedlich hohen Seitenkanten die dachförmige Oberfläche gebildet wird.

[0012] Die Dach- oder Wellenprofile können vorzugsweise achsparallel durch die Trommel hindurch verlaufen, jedoch ist es auch möglich, sie unter einem kleinen Winkel geneigt zur Trommelachse durch die Trommel hindurch verlaufen zu lassen, um das Mahlgut mit den Kugeln innerhalb der Trommel in Achsrichtung zu transportieren.

[0013] Im Hinblick darauf, daß auf die Auskleidung aufgrund der profilierten Oberfläche erhöhte Tangentialkräfte wirken, ist es vorteilhaft, die Befestigung an der Trommelinnenoberfläche durch eine vergrößerte Rauigkeit der der Trommel zugewandten Steinoberfläche bis hin zu Riefen oder Vertiefungen und Erhöhungen zu verbessern. In diese Vertiefungen und Erhöhungen greift ein üblicher, zum Befestigen einer Auskleidung aus Aluminiumoxidsteinen in der in der Regel aus Stahl bestehenden Trommel verwendeter Kleber, z. B. ein Zweikomponentenkleber ein, so daß eine formschlüssige Verbindung zwischen den Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen und dem Zweikomponentenkleber gewährleistet ist.

[0014] Anstelle des Zweikomponentenklebers oder um die Anfangshaftung bei Verwendung eines solchen Zweikomponentenklebers zu gewährleisten, können Permanentmagnete auf der der Trommel zugewandten Steinoberfläche befestigt sein.

[0015] Diese Permanentmagnete können rund oder streifenförmig ausgebildet sein und in entsprechende Vertiefungen der Steinrückseite eingesetzt, insbesondere eingeklebt sein.

[0016] Die Erfindung wird nachstehend anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer aufgeschnittenen Trommel einer Kugelmühle mit einer Auskleidung mit Wellenprofil,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Steins mit Halbwellenprofil,

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines Steins mit Dachprofil,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Steins mit gegenüber der Unterfläche schräg verlaufender Oberfläche,

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung mit Blick auf die Unterseite eines Steins mit Vollwellenprofil,

Fig. 6 eine Ansicht der Unterseite eines Steins mit zwei daran angeordneten runden Permanentmagneten und

5 Fig. 7 eine Unteransicht eines Steins mit zwei daran angeordneten Permanent magnet streifen.

[0017] Von einer Kugelmühle ist eine aufgeschnittene Trommel 1 aus Stahl dargestellt, die mit Kugeln 2 und Mahlgut 3 beladen ist. Die Trommel 1 ist mit einer Auskleidung aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinterten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen 4 oder Steinen aus ähnlichem Material versehen, deren zum Trommelinneren weisende Oberfläche ein Wellenprofil 5 aufweist. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel weist jeder Stein 4 ein Vollwellenprofil 5 auf.

[0018] Der Radius des Wellenprofils 5 entspricht etwa dem Radius der Kugeln 2, die sich auf diese Weise in die Wellentäler des Wellenprofils 5 einschmiegen, so daß sie in der dargestellten Weise mitgenommen und angehoben, im höchsten Punkt umgeworfen werden und dabei das Mahlgut zerkleinern. Das Wellenprofil 5 verhindert weitgehend ein Zurückgleiten der angehobenen Kugeln 2 und des Mahlguts 3 entlang der Innenoberfläche der Auskleidung aus den Steinen 4, so daß die Kugeln 2 und das Mahlgut 3 tatsächlich im wesentlichen umgeworfen werden.

[0019] Die Reibungsverluste auf der Oberfläche der Auskleidung sind dadurch gegenüber einer Auskleidung aus glatten Aluminium- oder Zirkonoxidsteinen erheblich vermindert, so daß bei gleicher Ausbringung eine geringere Antriebsleistung erforderlich ist und der Abrieb auf der Oberfläche der Steine 4 vermindert ist.

[0020] In Fig. 2 ist ein Stein 6 dargestellt, dessen wellenförmige Oberfläche 7 eine Halbwellen bildet. Beim Setzen der Auskleidung mit den Steinen 6 werden jeweils die Kanten im Bereich der Wellenberge und im Bereich der Wellentäler gegeneinander gesetzt, so daß sich eine Vollwelle über zwei Steinbreiten erstreckt.

[0021] Anstelle einer wellenförmigen Oberfläche läßt sich auch eine dachförmige Oberfläche verwenden, wenn Steine 8 verwendet werden, die eine dachförmige Oberfläche 9 aufweisen.

[0022] Bei Steinen 10 mit einer gegenüber der Grundfläche schrägen Oberfläche 11 läßt sich ein Dachprofil zusammensetzen, indem die Steinreihen abwechselnd mit ihren hohen Seitenkanten und ihren niedrigen Seitenkanten gegeneinander gesetzt werden.

[0023] Der Unterschied zwischen dem mit den Steinen 4 bzw. 8 erreichbaren Oberflächenprofil gegenüber dem mit den Steinen 6 bzw. 10 erreichbaren Oberflächenprofil liegt darin, daß sich bei den Steinen 4 bzw. 8 das wellenförmige Profil 5 bzw. das dachförmige Profil 9 über eine Steinbreite vollständig wiederholt, während dies bei den aus den Steinen 6 bzw. 10 zusammengesetzten Profilen jeweils über zwei Steinbreiten der Fall ist.

[0024] Da auf die Auskleidung aufgrund des Mitnahmeeffekts der profilierten Oberfläche 5, 7, 9, 11 der Steine 4, 6, 8, 10 erhöhte Tangentialkräfte wirken, ist die Unterseite der Steine gemäß Fig. 5 mit Vertiefungen 13 in Form von Nuten versehen, zwischen denen Erhöhungen 10 verlaufen. Wird die Auskleidung in üblicher Weise mittels eines geeigneten Klebers, z. B. eines Zweikomponentenklebers, mit der Trommel 1 verklebt, dringt der Klebstoff in die Vertiefungen 13 der Steine ein und bewirkt so eine Haftung nicht nur durch die Klebewirkung auf der Steinoberfläche, sondern auch eine Verklammerung in den Vertiefungen 13, die eine formschlüssige Verbindung zwischen den Steinen 4, 6, 8, 10 und dem Klebstoff gewährleistet.

[0025] Werden, wie in Fig. 6 und 7 dargestellt, Permanentmagnete auf der Unterseite der Steine 4, 6, 8, 10 befestigt, bei denen es sich gemäß Fig. 6 um runde, in Vertiefungen der Steine 4, 6, 8, 10 eingelassene Permanentmagneten 14 handeln kann oder um in Nuten der Steine 4, 6, 8, 10 eingelassene Permanentmagnetstreifen 15, wird eine unmittelbare Haftung der Steine 4, 6, 8, 10 auf der Innenoberfläche der Trommel 1, die aus Stahl besteht, erreicht. In diesem Fall läßt sich die Haftung mittels der Permanentmagneten 14, 15 dazu benutzen, eine sofortige Anfangshaftung beim Verkleben der Auskleidung zu erreichen, so daß sich die Auskleidung aufbauen läßt, ohne nach dem Legen von einigen Steilagen abwarten zu müssen, daß der Klebstoff ausgehärtet ist. Ggf. kann die Haftung der Steine 4, 6, 8, 10 auch durch die Permanentmagneten 14, 15 allein bewirkt werden, ohne daß zusätzlich ein Klebstoff benötigt wird. Welche Befestigungsart eingesetzt wird, ist in Abhängigkeit vom spezifischen Gewicht des Mahlguts, des Trommeldurchmessers und der geforderten Ausbringung von Fall zu Fall zu entscheiden.

Patentansprüche

1. Auskleidung für eine Trommel (1) einer Kugelmühle aus hochverschleißfesten, gepreßten und gesinter- 40
ten Steinen, insbesondere Aluminium- oder Zirkon-
oxidsteinen (4, 6, 8, 10), mit einer stetig gewellten
oder dachförmigen, das Mahlgut und die Kugeln bei
der Drehung der Trommel anhebenden Oberfläche 45
(5, 7, 9, 11) zum Trommelinnenraum hin.
2. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß die dachförmige Oberfläche (9) an
jeden Stein (8) angeformt ist. 50
3. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß die dachförmige Oberfläche (9)
durch Aneinandersetzen der hohen bzw. niedrigen
Kanten von Steinen (10) mit unterschiedlich hohen 55
Seitenkanten gebildet ist.
4. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß an jeden Stein (4) eine ganze Welle
(5) angeformt ist.

5. Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß an jeden Stein (6) eine Halbwelle an-
geformt ist und benachbarte Steine (6) mit ihren
Wellentälern bzw. Wellenbergen aneinanderge-
setzt sind. 5
6. Auskleidung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch ge-
kennzeichnet**, daß der Radius der Wellen etwa
dem Radius der Kugeln (2) in der Trommel (1) ent-
spricht. 10
7. Auskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **da-
durch gekennzeichnet**, daß die Dach- oder Wel-
lenprofile achsparallel durch die Trommel (1) hin-
durch verlaufen. 15
8. Auskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **da-
durch gekennzeichnet**, daß die Dach- oder Wel-
lenprofile unter einem kleinen Winkel geneigt zur
Trommelachse durch die Trommel (1) hindurch ver-
laufen. 20
9. Auskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **da-
durch gekennzeichnet**, daß die der Trommel (1)
zugewandte Steinoberfläche eine vergrößerte Rau-
higkeit bis hin zu Riefen oder Vertiefungen (13) und
Erhöhungen (12) aufweist. 25
10. Auskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **ge-
kennzeichnet durch** an der der Trommel (1) zuge-
wandten Steinoberfläche befestigte Permanentma-
gnete (14, 15). 30
35

Claims

1. Lining for a drum (1) of a ball mill of highly abrasion-
resistant, compacted, sintered bricks, in particular
aluminium or zirconium oxide bricks (4, 6, 8, 10),
having a continuously undulated or roof-like surface
(5, 7, 9, 11) facing the inside of the drum, which sur-
face lifts the material to be ground and the balls up-
on rotation of the drum. 40
2. Lining according to claim 1, characterised in that the
roof-like surface (9) is formed on each brick (8). 45
3. Lining according to claim 1, characterised in that the
roof-like surface (9) is formed by positioning next to
one another the high or low edges respectively of
bricks (10) with side edges of different heights. 50
4. Lining according to claim 1, characterised in that a
full undulation (5) is formed on each brick (4). 55

5. Lining according to claim 1, characterised in that a half-undulation is formed on each brick (6) and adjacent bricks (6) are positioned with their undulation troughs or undulation crests respectively next to one another.
6. Lining according to claim 4 or claim 5, characterised in that the radius of the undulations corresponds approximately to the radius of the balls (2) in the drum (1).
7. Lining according to one of claims 1 to 6, characterised in that the roof or undulation profiles extend through the drum (1) in axially parallel manner.
8. Lining according to one of claims 1 to 6, characterised in that the roof or undulation profiles extend through the drum (1) at a slight angle of inclination to the drum axis.
9. Lining according to one of claims 1 to 8, characterised in that the brick surface facing the drum (1) exhibits increased roughness, which may be increased as far as to form channels or grooves (13) and raised portions (12).
10. Lining according to one of claims 1 to 9, characterised by permanent magnets (14, 15) attached to the brick surface facing the drum (1).
- que brique (6) et des briques (6) voisines sont juxtaposées par les creux ou les crêtes de leurs ondulations.
- 5 6. Revêtement selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le rayon des ondulations correspond à peu près au rayon des boulets (2) dans le tambour (1).
- 10 7. Revêtement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les profils en toit ou ondulés s'étendent parallèlement à l'axe à travers le tambour (1).
- 15 8. Revêtement selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les profils en toit ou ondulés s'étendent à travers le tambour (1), incliné sous un petit angle par rapport à son axe.
- 20 9. Revêtement selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la surface de la brique tournée vers le tambour (1) présente une rugosité accrue jusqu'à des cannelures ou des creux (13) et des reliefs (12).
- 25 10. Revêtement selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par des aimants permanents (14, 15) fixés à la surface de la brique tournée vers le tambour (1).

30

Revendications

1. Revêtement pour un tambour (1) d'un broyeur à boulets, constitué de briques moulées et frittées, très résistantes à l'usure, notamment de briques en oxyde d'aluminium ou oxyde de zirconium (4, 6, 8, 10), avec une surface (5, 7, 9, 11) tournée vers le volume intérieur du tambour, constamment ondulée ou en forme de toit, qui soulève le produit à broyer et les boulets lors de la rotation du tambour.
2. Revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface (9) en forme de toit est venue de moulage sur chaque brique (8).
3. Revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface (9) en forme de toit est formée par juxtaposition des chants hauts ou bas de briques (10) avec des chants latéraux de hauteur différente.
4. Revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une ondulation (5) entière est moulée sur chaque brique (4).
5. Revêtement selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est moulé une demi-ondulation sur cha-

Fig. 1

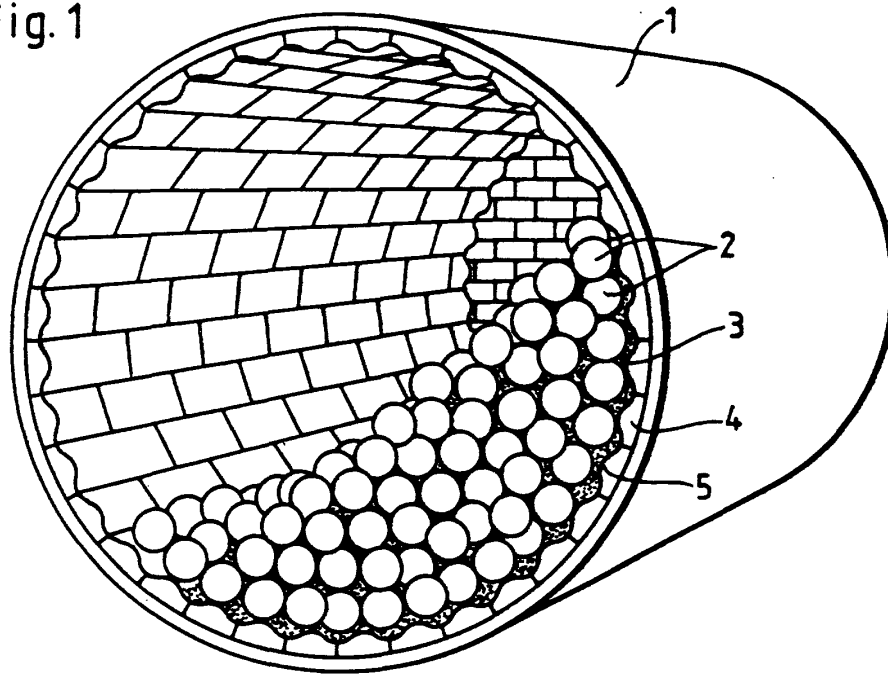


Fig. 2

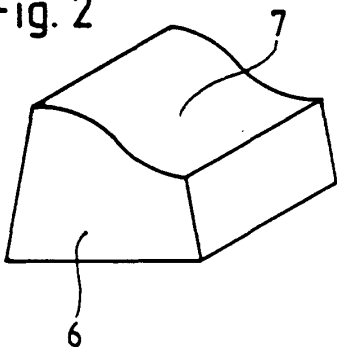


Fig. 3

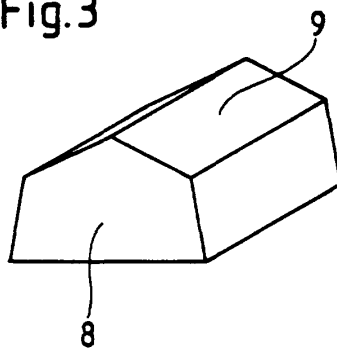


Fig. 4

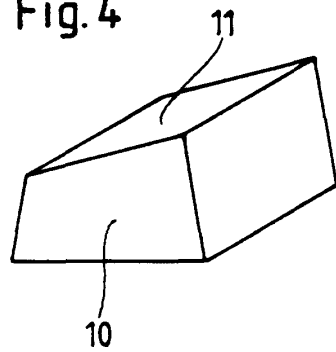


Fig. 5

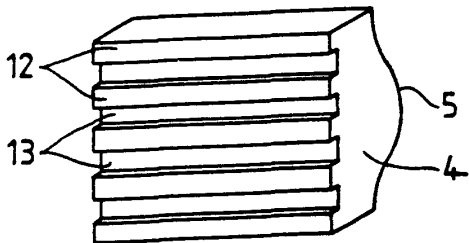


Fig. 6

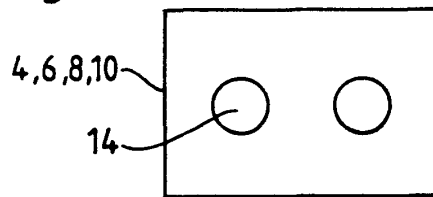


Fig. 7

