

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 512 465 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92107522.2**

(51) Int. Cl.⁵: **F27B 14/06**, H05B 6/02,
F27D 1/00

(22) Anmeldetag: **04.05.92**

(30) Priorität: **10.05.91 DE 4115279**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.11.92 Patentblatt 92/46

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT

(71) Anmelder: **ABB PATENT GmbH**
Kallstadter Strasse 1
W-6800 Mannheim 31(DE)

(72) Erfinder: **Gillhaus, Horst**
Niederhofer Kohlenweg 49
W-4660 Dortmund 30(DE)

(74) Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o ABB Patent GmbH, Postfach 10 03 51
W-6800 Mannheim 1(DE)

(54) **Induktionstiegelofen.**

(57) Es wird ein Induktionstiegelofen mit einem hohlzylinderförmigen Tiegel (1), einer den Tiegel teilweise ummantelnden Ofenspule (3) und mehreren gegen die Ofenspule gepreßten magnetischen Rückschlüssen (4) parallel zur Ofenachse vorgeschlagen, der einen quader-, insbesondere kubusförmigen Ofenkörper in Käfigbauweise aufweist. Der Ofenkörper besteht aus einem aus mindestens vier Stäben (6,7,8,9) rechtwinklig zusammengesetzten oberen Rahmen, einem aus mindestens vier Stäben (14,15,16,17) rechtwinklig zusammengesetzten unteren Rahmen und mindestens einer Säule (10,11,12,13) an jeder Ecke zur rechtwinkligen Verbindung beider Rahmen zu einem Quader, insbesondere Kubus. Die Pressung der magnetischen Rückschlüsse (4) gegen die Ofenspule (3) erfolgt lediglich über den biegesteifen oberen bzw. unteren Rahmen.

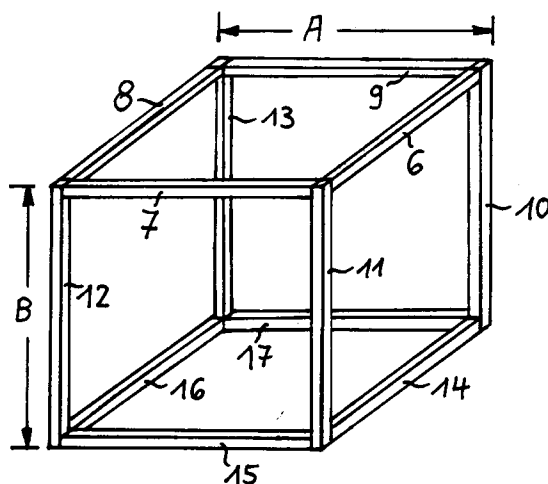


Fig. 3

EP 0 512 465 A2

Die Erfindung bezieht sich auf einen Induktionstiegelofen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein solcher Induktionstiegelofen ist aus der ABB-Druckschrift Nr. D ME/D 118289 D bekannt und eignet sich zum induktiven Schmelzen von Gußeisen, Stahl, Leichtmetall, Schwermetall und Legierungen, wobei der Betrieb bei Ausbildung als Mittelfrequenz-Induktionstiegelofen beispielsweise bei Frequenzen von 125 bis 1000 Hz erfolgt. Zur Einstellung einer Wechselspannung vorgegebener Frequenz wird ein Stromrichter eingesetzt.

Der aktive Teil des Induktionstiegelofens ist die Ofenspule, deren Innenraum ein keramischer Tiegel auskleidet. Der durch die Ofenspule fließende Wechselstrom erzeugt ein magnetisches Wechselfeld, das innerhalb des Ofentiegels durch das metallene Einsatzmaterial und ausserhalb der Spule durch die Eisenblechpakete der magnetischen Rückschlüsse geführt wird. Das magnetische Wechselfeld induziert im metallischen Einsatzmaterial Wirbelströme, d.h. elektrische Energie, die in Wärme umgesetzt wird. Der Ofen nimmt aufgrund des transformatorischen Prinzips aus dem speisenden Netz Leistung auf, so daß unter ständiger Energiezufuhr das Einsatzmaterial zum Schmelzen gebracht wird. Die auf die Schmelze wirkenden elektromagnetischen Kräfte führen zu einer intensiven Badbewegung, die für einen schnellen Wärme- und Stoffausgleich sorgt.

Der Ofenkörper besteht im bekannten Fall aus einem oberen und einem unteren Rahmenring, wobei zwischen beiden Rahmenringen eine der Anzahl der magnetischen Rückschlüsse entsprechende Zahl von Rahmenstäben angeordnet ist. Jeder Rahmenstab preßt den ihm zugeordneten, als Einzelpaket ausgebildeten magnetischen Rückschluß über mehrere Preßbolzen gegen die Ofenspule. Beim Induktionstiegelofen gemäß Bild 4 der vorstehend erwähnten ABB-Druckschrift sind beispielsweise zehn Rahmenstäbe vorgesehen. Es ergibt sich somit ein relativ aufwendiger Ofenkörper. Desweiteren ergibt sich ein relativ gut leitender Schwingungsübertragungsweg von der Ofenspule über die magnetischen Rückschlüsse und die relativ "biegeweichen" Rahmenstäbe mit tiefer Eigenfrequenz bis zum Ofenkörper, was eine störende Ausbreitung von Schallwellen zur Folge hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Induktionstiegelofen der eingangs genannten Art anzugeben, dessen Ofenkörper materialsparend und preisgünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß sich durch die vor-

geschlagene Käfigbauweise in quader-, insbesondere kubustörmiger Stabkonstruktion eine erhebliche Materialeinsparung und damit Kosteneinsparung beim Ofenkörper ergibt. Es ist nicht notwendig, einen eigenen Rahmenstab je magnetischem Rückschluß vorzusehen. Es wird ein freier Zugang zur Ofenspule, zu den magnetischen Rückschlüssen mit Blechpaketen und zu den Anschlüssen (elektrische Anschlüsse und Kühlmittelanschlüsse für kühlmittelgekühlte Ofenspulen und magnetische Rückschlüsse) ermöglicht. Der erforderliche Bau- raum für gleiche Tiegelgröße und gleiche elektrische Leistung ist im Vergleich zum Induktionstiegelofen herkömmlicher Bauart erheblich reduziert. Die Bauhöhe der magnetischen Rückschlüsse kann ohne zusätzlichen Raumbedarf radial vergrößert werden, da die gegen die magnetischen Rückschlüsse pressenden Rahmenstäbe entfallen.

Da die Reaktionskräfte des Tiegels lediglich über den "biegesteifen" oberen bzw. unteren Rahmen mit hoher Eigenfrequenz auf den Ofenkörper übertragen werden, ergibt sich eine erheblich verminderte Schallabstrahlung infolge der durch die elektromagnetischen Vorgänge innerhalb des Induktionstiegelofens bewirkten Schwingungen. Es werden aufgrund der hohen Eigenfrequenzen der sehr steifen Rahmen lediglich entsprechend hohe, unschädliche Resonanzfrequenzen weitergeleitet, wobei durch Einsatz schwingungsdämpfender Elemente zwischen Rahmen und magnetischen Rückschlüssen eine zusätzliche Körperschalldämmung erzielt werden kann. Die tragenden Komponenten des Ofenkörpers weisen eine relativ geringe Oberfläche auf, wodurch auch die direkte Schallabstrahlung erheblich reduziert wird. Durch Einsatz schallabsorbierender Seitenwände und/oder Bodenwand und/oder Ofenplattform sind weitere Schallabsorptionsmaßnahmen möglich, so daß sich insgesamt eine erhebliche Senkung der Lärmemission ergibt. Zusammenfassend hat der vorgeschlagene Ofenkörper neben der Materialeinsparung und Kosteneinsparung somit vor allem den Vorteil, daß die Entstehung, Verstärkung und Ausbreitung von Schallwellen erheblich reduziert wird.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Aufsicht auf einen Induktionstiegelofen,
- Figur 2 eine Seitenansicht eines Induktionstiegelofens,
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht des Ofenkörpers in Stabkonstruktion,
- Figur 4 eine Seitenansicht eines Ofenkörpers mit Seitenwand,

- Figur 5 eine Aufsicht auf einen Ofenkörper mit Seitenwänden,
 Figur 6 eine Befestigung eines magnetischen Rückschlusses,
 Figur 7 eine Kippeinrichtung für den Ofenkörper.

In Figur 1 ist eine Aufsicht auf einen Induktionstiegelofen dargestellt. Der Induktionstiegelofen weist einen nichtmetallischen, feuerfesten, hohlzylinderförmigen, die Schmelze 34 enthaltenden Tiegel 1 auf. Der vorzugsweise aus Keramik bestehende Tiegel 1 ist mit einem geschlossenen Boden und einem in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellten Deckel versehen. Eine am Tiegelrand angeformte Gießschnauze 2 dient zum Abgießen der Schmelze 34 aus dem Ofen in eine Gießpfanne.

Um den Tiegel 1 ist teilweise eine zylinderförmige, vorzugsweise kühlmittelgekühlte Ofenspule 3 gewickelt. Die Ofenspule 3 wird über einen Stromrichter mit einer Wechselspannung vorgegebbarer Frequenz gespeist. An der äußeren Mantelfläche der Ofenspule 3 sind stabförmig eine Reihe magnetischer Rückschlüsse 4 mit elektrisch aktiven Blechpaketen jeweils parallel zur Ofenachse und unter Bildung von Zwischenräumen angeordnet.

Der Ofenkörper in Käfigbauweise besteht aus vier vorzugsweise gleich langen, einen oberen, rechtwinkligen Rahmen bildenden Stäben 6, 7, 8, 9 mit einer Stablänge A, aus vier vorzugsweise gleich langen, einen unteren, rechtwinkligen Rahmen bildenden Stäben 14, 15, 16, 17 mit Stablänge A (siehe Figur 3) und aus vorzugsweise vier gleich langen Säulen 10, 11, 12, 13 mit einer Stablänge B zur rechtwinkligen Verbindung des oberen mit dem unteren Rahmen. Die Verbindungsflächen der Stäbe und Säulen untereinander sind schraffiert gezeichnet. Die magnetischen Rückschlüsse 4 werden über den oberen bzw. unteren Rahmen 6, 7, 8, 9 bzw. 14, 15, 16, 17 abgestützt und gegen die Ofenspule 3 gepreßt. Die Abstützung kann - muß jedoch nicht - über Rahmenringe 5 erfolgen, die jeweils zwischen den magnetischen Rückschlüssen und den rechtwinkligen Rahmen angeordnet sind. Wie auch die Rahmen 6, 7, 8, 9 bzw. 14, 15, 16, 17 sind auch die gegebenenfalls eingesetzten Rahmenringe 5 sehr biegesteif und weisen eine hohe Eigenfrequenz auf.

In Figur 2 ist eine Seitenansicht eines Induktionstiegelofens dargestellt. Es ist der Ofenkörper in Käfigbauweise mit Stäben 6, 7, 8, 14, 15, 16 und Säulen 11, 12 zu erkennen. Die Umrisse des Tiegels 1 sind gestrichelt angedeutet. Die gegen die Ofenspule 3 gepressten magnetischen Rückschlüsse 4 stützen sich gegen den oberen und unteren Rahmen ab. Der Boden des Ofenkörpers ist von einem kupferplattierten, gekanteten Blech - der Bodenwand 18 - abgedeckt. Die Bodenwand 18 ist

vorzugsweise schalldämmend ausgebildet, d.h. mit schallabsorbierenden Material versehen.

In Figur 3 ist eine perspektivische Ansicht des Ofenkörpers in Stabkonstruktion dargestellt. Es ist der Ofenkörper, bestehend aus den Stäben 6 bis 9 des oberen Rahmens, den Stäben 14 bis 17 des unteren Rahmens und den Säulen 10 bis 13 zwischen oberem und unterem Rahmen zu erkennen. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 entspricht die Stablänge A aller Stäbe der Stablänge B aller Säulen, so daß sich ein kubusförmiger Ofenkörper ergibt. Entsprechend den Abmessungen des Tiegels ist auch ein Ofenkörper mit jeweils unterschiedlichen Stablängen A und B möglich, so daß ein quaderförmiger Ofenkörper in Käfigbauweise gebildet wird. Die Stäbe 6 bis 9, 14 bis 17 und Säulen 10 bis 13 sind vorzugsweise als Vierkantröhre mit quadratischem Querschnitt ausgebildet. Aus statischen Gründen ist es möglich, anstelle eines Stabes oder einer Säule auch zwei, drei oder mehr Stäbe oder Säulen parallel nebeneinander vorzusehen und miteinander zu verbinden. Die Stäbe und Säulen bestehen vorzugsweise aus Stahl und die Verbindungen zwischen den Stäben untereinander und zwischen Stäben und Säulen erfolgt vorzugsweise durch Schweißen.

In Figur 4 ist eine Seitenansicht eines Ofenkörpers mit Seitenwänden dargestellt. Die vier Seiten des Ofenkörpers sind mit Seitenwänden 19, 20, 21, 22 versehen (siehe Figur 5). Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist die durch die Stäbe 7, 15 und Säulen 11, 12 begrenzte Seitenwand 19 zu erkennen. Die Seitenwände sind in einfacher Weise montier- und demontierbar (z.B. unter Einsatz von allgemein bekannten Schraubbefestigungsmitteln), schalldämmend ausgebildet (d.h. die Seitenwände bestehen selbst aus schallabsorbierendem Material oder sind mit schallabsorbierendem Material versehene Bleche) und stellen somit eine Schall- und Schutzverkleidung dar. Die Seitenwände 19 bis 22 reduzieren insbesondere den aus dem Ofenraum nach außen abgestrahlten Schall. Die Seitenwände können auch als Türen, Klappen oder Rolladen ausgebildet sein. Zur Durchführung von Kabeln und Schläuchen (z.B. Kühlschläuchen zur Kühlung der magnetischen Rückschlüsse und der Ofenspule) sind die Seitenwände mit schalldichten Öffnungen versehen.

Nach Demontage einer oder mehrerer Seitenwände ist ein freier Zugang zur Ofenspule 3, zu den magnetischen Rückschlüssen 4 sowie zu den elektrischen Anschlüssen und Kühlmittelanschlüssen möglich.

Die Oberseite des Induktionstiegelofens ist durch eine Ofenplattform 35 abgedeckt. An der Unterseite der Plattform 35 kann eine Isolierung gegen Schallabstrahlung vom Ofen und Ofenraum vorgesehen sein. Zur Abdeckung des Tiegels 1

dient ein Deckel 36.

In Figur 5 ist eine Aufsicht auf einen Ofenkörper mit Seitenwänden dargestellt (bei entfernter Ofenplattform und entferntem Deckel). Zusätzlich zur Anordnung gemäß Figur 1 sind die vier Seitenwände 19 bis 22 zu erkennen. In Figur 5 ist angedeutet, daß der Rahmenring 5 alternativ den gesamten Raum zwischen Rahmen 6, 7, 8, 9 und Tiegel 1 ausfüllen kann, wobei zweckmäßig der Raum für die Ofenspule 3 und gegebenenfalls für die magnetischen Rückschlüsse 4 ausgespart ist.

In Figur 6 ist eine Befestigung eines magnetischen Rückschlusses dargestellt. Die Anpressung des magnetischen Rückschlusses 4 an die Ofenspule 3 erfolgt über Preßbolzen 25, die über eine metallene Platte 24 und ein schwingungsdämpfendes Element 23 gegen den magnetischen Rückschluß 4 drücken. Durch Einsatz der schwingungsdämpfenden Elemente 23 werden die von der Ofenspule 3 erzeugten und über die magnetischen Rückschlüsse 4 übertragenen Schwingungen (Körperschall) erheblich reduziert. Zur Führung der Preßbolzen 25 dient gemäß Figur 6 ein Rahmenbauteil 37. Das Rahmenbauteil 37 kann beispielsweise am Rahmenring 5 - soweit vorhanden - oder am Rahmen 6, 7, 8, 9 bzw. 14, 15, 16, 17 befestigt sein. Bei der Befestigung der magnetischen Rückschlüsse 4 ist prinzipiell darauf zu achten, daß diese frei zugänglich sind, so daß eine Demontage - z.B. zu Reparaturzwecken - in einfacher Weise möglich ist.

In Figur 7 ist eine Kippeinrichtung für den Ofenkörper dargestellt. Es ist ein in der Seitenansicht gemäß Figur 7 L-förmiges Kippgestell 26 aus vertikal und horizontal angeordneten Vierkantrohren zu erkennen. Die Kipplager 27, um die der Induktionstiegelofen beim Ausgießen der Schmelze gekippt wird, sind am oberen Ende des vertikalen Vierkantrohres des Kippgestelles 26 angeordnet und über Kipplagerhalterungen 28 mit dem Ofenkörper verbunden. Die Kipplagerhalterungen 28 stellen Verlängerungen der Stäbe 7 und 9 dar. Zur Drehbewegung des Ofenkörpers um die Kipplagerachse sind hydraulisch betätigte Teleskopzylinder 31 vorgesehen, die zwischen einem Lager 29 und einem Lager 32 angeordnet sind. Die Lager 29 befinden sich an Lagerhalterungen 30, die an den Stäben 7 und 9 angeformt sind. Die Lager 32 sind an Lagerhalterungen 33 der unteren horizontalen Vierkantrohre des Kippgestelles 26 angeordnet. Die Kippkinematik ist zweckmäßig derart gestaltet, daß der Schwerpunkt des Induktionstiegelofen während der Schwenkbewegung um die Kipplagerachse stets zwischen Kipplagern 27 und Teleskopzylindern 31 liegt.

Patentansprüche

1. Induktionstiegelofen mit einem hohlzylinderförmigen Tiegel, einer den Tiegel teilweise ummantelnden Ofenspule und mehreren gegen die Ofenspule gepreßten magnetischen Rückschlüssen parallel zur Ofenachse, gekennzeichnet durch einen quader-, insbesondere kubusförmigen Ofenkörper in Käfigbauweise mit einem aus mindestens vier Stäben (6,7,8,9) rechtwinklig zusammengesetzten oberen Rahmen, einem aus mindestens vier Stäben (14,15,16,17) rechtwinklig zusammengesetzten unteren Rahmen und mindestens einer Säule (10,11,12,13) an jeder Ecke zur rechtwinkligen Verbindung beider Rahmen zu einem Quader, insbesondere Kubus.
2. Induktionstiegelofen nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine vierkantförmige Ausbildung der Stäbe (6 bis 9, 14 bis 17) und/oder Säulen (10 bis 13) mit vorzugsweise quadratischem Querschnitt.
3. Induktionstiegelofen nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein oberer Rahmenring (5) innerhalb der Stäbe (6,7,8,9) des oberen Rahmens und ein unterer Rahmenring (5) innerhalb der Stäbe (14,15,16,17) des unteren Rahmens angeordnet sind, wobei beide Rahmenringe zur Pressung der magnetischen Rückschlüsse (4) gegen die Ofenspule (3) geeignet sind.
4. Induktionstiegelofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Pressung der magnetischen Rückschlüsse (4) gegen die Ofenspule (3) über schwingungsdämpfende Elemente (23) erfolgt.
5. Induktionstiegelofen nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die von Stäben (6 bis 9, 14 bis 17) und Säulen (10 bis 13) begrenzten Seitenflächen des Ofenkörpers mit rechteckförmigen, insbesondere quadratischen Seitenwänden (19,20,21,22) versehen sind.
6. Induktionstiegelofen nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der von den Stäben (14 bis 17) des unteren Rahmens begrenzte Boden des Ofenkörpers mit einer Bodenwand (18) versehen ist.
7. Induktionstiegelofen nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Stäben (6,7,8,9) des oberen Rahmens begrenzte Oberseite des Ofenkörpers mit einer Ofenplattform (35) ver-

sehen ist, wobei eine Öffnung in der Ofenplattform für den Deckel (36) des Tiegels (1) ausgespart ist.

8. Induktionstiegelofen nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenwände (19 bis 22) und/oder die Bodenwand (18) und/oder die Ofenplattform (35) schalldämmend ausgebildet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

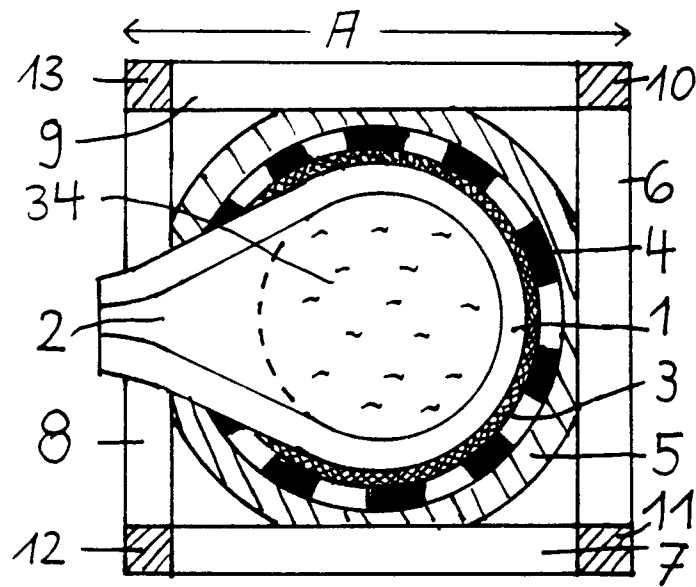


Fig. 1

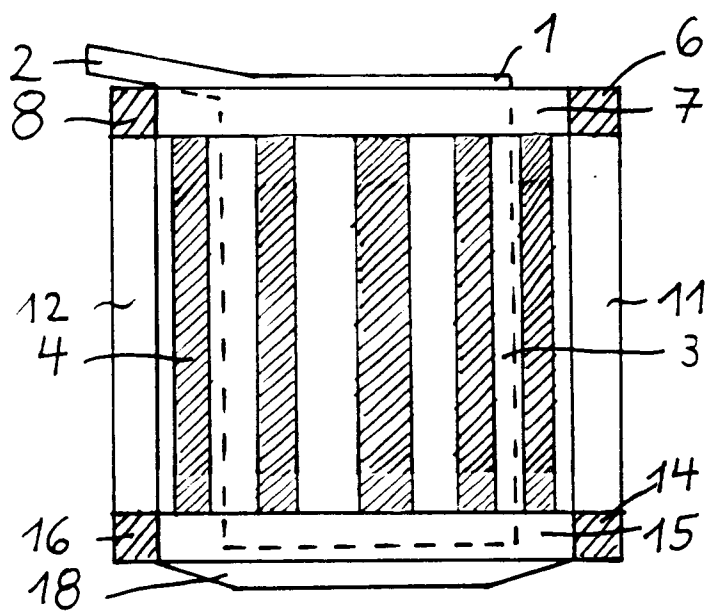


Fig. 2

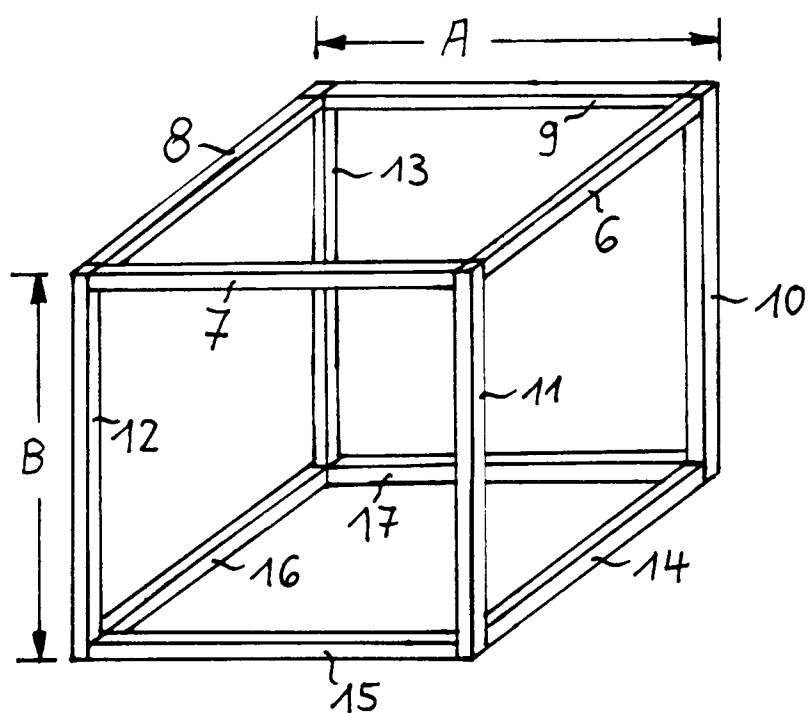


Fig. 3

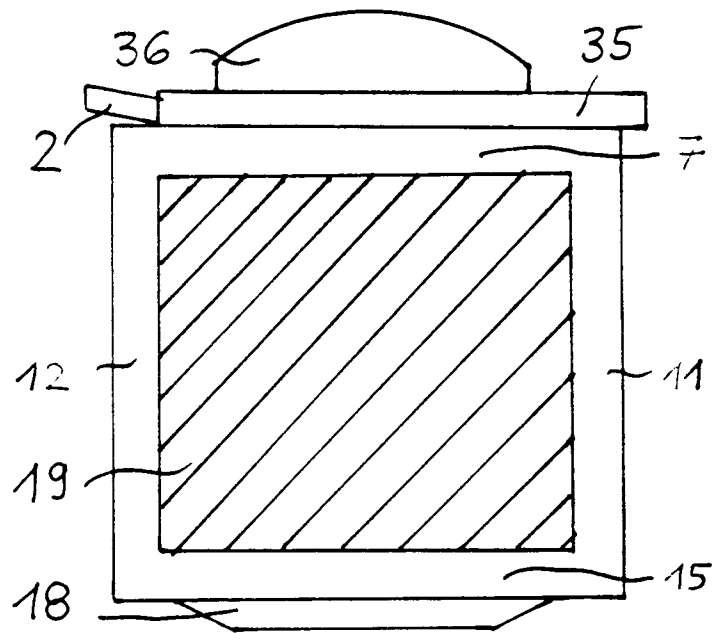


Fig. 4

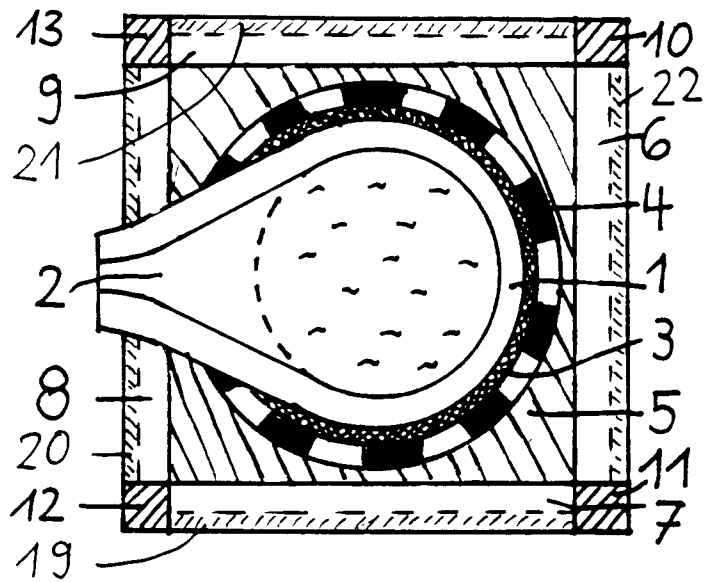


Fig. 5

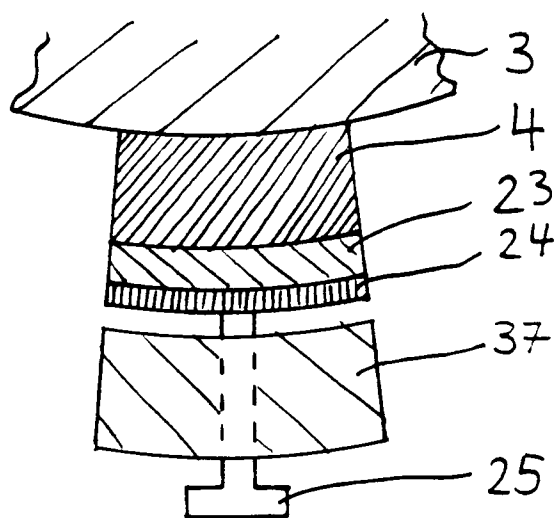


Fig. 6

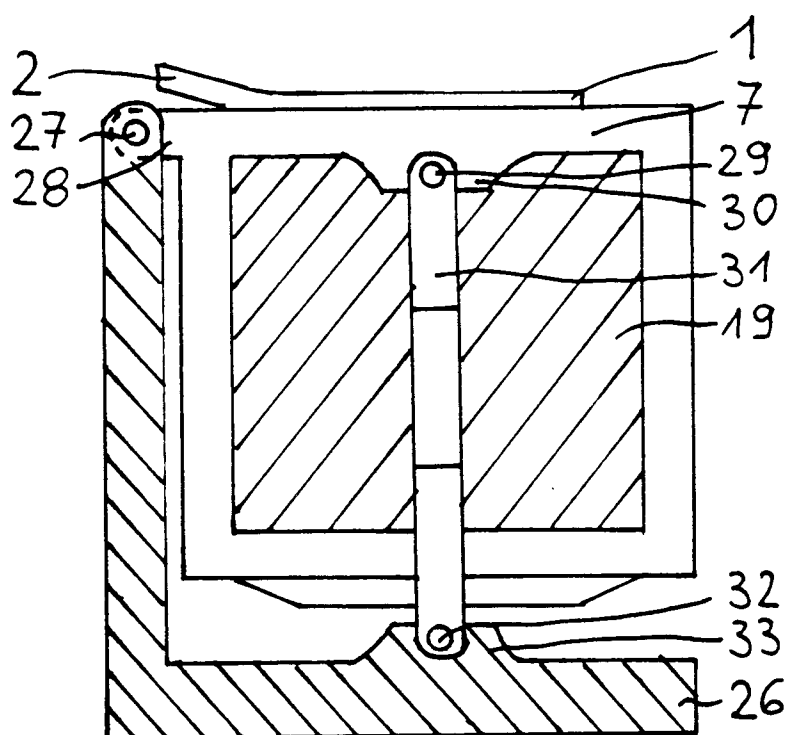


Fig. 7