(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 653 244 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.08.1998 Patentblatt 1998/32

(51) Int. Cl.[6]: **B02C 17/14**

(21) Anmeldenummer: **94115913.9**

(22) Anmeldetag: **08.10.1994**

(54) Exzenter-Schwingmühle

Eccentric vibrating mill

Broyeur vibrant excentrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE DK ES FR GB IT NL SE

(30) Priorität: **20.10.1993 DE 4335797**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.05.1995 Patentblatt 1995/20

(73) Patentinhaber: **SIEBTECHNIK GMBH**
45478 Mülheim (Ruhr) (DE)

(72) Erfinder:
- **Gock, Eberhard, Prof. Dr.-Ing.**
  D-38640 Goslar (DE)
- **Beenken, Willbrord, Dr.-Ing.**
  D-47647 Kerken-Nieukerk (DE)
- **Gruschka, Miroslaw, Dipl.-Ing.**
  D-46045 Oberhausen (DE)

(74) Vertreter:
Sroka, Peter-Christian, Dipl.-Ing.
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Peter-C. Sroka,
Dr. H. Feder,
Dipl.-Phys. Dr. W.-D. Feder,
Dominikanerstrasse 37
D-40545 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 453 859 **DE-A- 3 143 756**
FR-A- 1 097 564

- **DATABASE WPI Section PQ, Week 9244, 16. Dezember 1992 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 92-364122 & SU-A-1 701 372 (MOSC MINING INST) 30. Dezember 1991**
- **DATABASE WPI Section PQ, Week 9005, 14. März 1990 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 90-035356 & SU-A-1 473 847 (DNEPR GIPROMASHOBOG) 23. April 1989**

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).

EP 0 653 244 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Exzenter-Schwingmühle gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Wie bekannt ist, bestehen Schwingmühlen aus zylindrischen, trogähnlichen oder muldenförmigen, auf Gummipuffern oder Federn frei beweglich gelagerten Behältern, die entweder durch eine im Massenmittelpunkt umlaufende oder durch mehrere auf den Massenmittelpunkt abgestimmte Erreger in Form von Unbalanzen annähernd in kreisschwingende Bewegungen versetzt werden. Den in den Mahlbehältern befindlichen Mahlkörpern werden von den schwingenden Mahlbehältern Stöße erteilt, die durch Impulsfortpflanzung in das Innere der Mahlkörperfüllung gelangen. Die Zerkleinerung erfolgt durch Stoß- und Reibungsereignisse zwischen den Mahlkörpern selbst und zwischen den Mahlkörpern und der Behälterwand. Die Mühlenfüllung führt jeweils entgegen der Arbeitsrichtung des Erregers eine Umlaufbewegung aus, wodurch der Transport des Mahlgutes gewährleistet wird.

Bei allen heute üblichen Schwingmühlenbauarten (Fertigungsprogramme der Firmen: KHD Humbold Wedag AG, Köln; Aulmann und Beckschulte, Maschinenfabrik Bergneustadt; Siebtechnik GmbH Maschinen- und Apparatebau, Mülheim/Ruhr; IBAG, Neustadt/Weinstraße; Ratzinger GmbH, München) befindet sich der Unwuchterreger im Massenmittelpunkt der Maschinen, so daß von einer annähernden Kreisschwingung ausgegangen werden kann.

Aus der Patentliteratur sind Vorschläge zum Bau von Schwingmühlen bekannt, bei denen aus konstruktiven Gründen der oder die Unwuchterreger zwar außerhalb des Massenmittelpunktes angeordnet sind, die aber in jedem Fall eine Kreisschwingung anstreben. Im US-Patent 3 545 688 ist eine Einrohrschwingmühle beschrieben, bei der das Mahlrohr beidseitig von zwei horizontal angeordneten Unwuchtmotoren in Kreisschwingungen versetzt wird. Gegenstand der DE 34 04 942 A1 ist eine "Mahlvorrichtung zum Zerkleinern von grobstückigem Material". Dazu wird ausgeführt: "Im Betrieb wird die Mahlvorrichtung gemäß der Erfindung mit Hilfe der am Gehäuse angeordneten Unwuchterregermassen in etwa kreisförmige Schwingungen versetzt...".

Ein ähnliches Konstruktionsprinzip weist der Gegenstand der US-Patentschrift 34 25 670 auf. Der Mahlbehälter wird hierbei durch beidseitig angebrachte horizontale Stützfedern zusätzlich zwangsgeführt, so daß lediglich senkrecht stehende elliptische Schwingungen entstehen, durch die eine Beanspruchung des Mahlgutes im Sinne eines Pochwerkes erreicht wird. Wie auch für den Gegenstand der DE 34 04 942 A1 bereits zutreffend, liegt notwendigerweise der Antrieb in der Schwerkraftachse. Einer weiteren Vorrichtung, bei der zwei gegeneinander umlaufende Unwuchterreger sowohl außerhalb als auch innerhalb der Schwerkraftachse der Mahlvorrichtung angeordnet sind, ist als "Vibrating Grinding Mill" in der US 3 391 872 beschrieben. Es handelt sich dabei um das Prinzip der herkömmlichen Sturzmühle (Kugelmühle), bei der zur Verbesserung der Mahlwirkung die übliche Rotation des Mahlbehälters um die horizontal gelagerte Achse zusätzlich durch lineare Schwingungen, hervorgerufen durch die beiden gegeneinander umlaufenden Unwuchterreger, überlagert wird. Die Drehbewegung der Mahlkörperfüllung wird durch Rotation des Mahlbehälters ausgelöst, die entweder frei (als Folge der gerichteten linearen Schwingungen) oder erzwungen (durch einen zusätzlichen Drehantrieb) erfolgen kann und nicht durch die bei üblichen Schwingmühlen vorhandene Zentrifugalbeschleunigung der Unwuchten.

In der nicht vorveröffentlichten DE 42 42 654 A1 wird ein Verfahren zur Naßfeinst- und Trockenfeinmahlung unter Einsatz einer Lineartrogschwingmühle beschrieben, wobei diese Schwingmühle aus zwei übereinander befindlichen, auf Schwingelementen gelagerten Mahlbehältern besteht und deren zwei Erregereinheiten gemäß den Figuren 1 und 2 exzentrisch einseitig außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes der beiden Mahlbehälter angeordnet sind. Erregereinheit und Mahlbehälter liegen aber zwischen den antriebsseitigen und den dem Antrieb gegenüberliegenden Federnachsen. Bei einer derartigen Anordnung gemäß den Figuren 1 und 2 wird entweder eine Kreisschwingung (Fig.2) oder eine Linearschwingung (Fig.1) erzeugt.

Die genannten Vorschläge konnten sich nicht durchsetzen, da sie gegenüber den im industriellen Einsatz befindlichen Schwingmühlen keinen Vorteil in Bezug auf Durchsatz und spezifischen Energiebedarf bieten.

In einer 1992 erschienen Monographie: Kurrer K.-E. u.a.: "Analyse von Rohrschwingmühlen", Fortschrittsberichte VDI, Reihe Verfahrenstechnik Nr. 282, VDI Verlag 1992, werden Untersuchungen der Bewegungsvorgänge der Mühlenfüllung und der Maschinendynamik vorgestellt. Danach gliedert sich der Mahlraum von Rohrschwingmühlen je nach Erregungsintensität in energiereiche und energiearme Zonen (S. 15 ff). Die energiereichste Zone, die Hauptbeanspruchungszone ist gekennzeichnet durch die stärkste Normalstoß- und Reibstoßkraft (S. 57 ff). Die Reibstoßkraft ist die Voraussetzung für die Umlaufbewegung der Mühlenfüllung. Die Umlaufbewegung der Mühlenfüllung verläuft entgegen der Drehrichtung des Erregers. Bei der üblichen Kreisschwingung von Schwingmühlen kann entsprechend durch Änderung der Drehrichtung des Erregers die Drehrichtung der Mühlenfüllung im Uhrzeigersinn oder entgegen dem Uhrzeigersinn erfolgen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch konstruktive Maßnahmen den Energieeintrag in Schwingmühlen derart zu erhöhen, daß der Anteil der energiearmen Zonen minimiert und die bisher dadurch bedingte obere Grenze des Mahlbehälters- oder Mahlrohrdurchmessers von 650 mm überschritten werden

kann.

Dies geschieht erfindungsgemäß entsprechend der Lehre des kennzeichnenden Teils des Patentanspruches 1.

Durch diese Anordnung werden die Bewegungsvorgänge der Mühlenfüllung entscheidend verändert. Der Anteil der Linearschwingungen bewirkt eine Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit der Mühlenfüllung gegenüber kreisschwingenden Schwingmühlen um annähernd den Faktor 4, so daß neben der Erhöhung der Normalstoßkraft vor allem eine Erhöhung der Reibstoßkraft zu verzeichnen ist.

Kennzeichnend für die erfindungswesentliche einseitige Erregung außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes der Schwingmühle ist, daß im Gegensatz zu den üblichen kreisschwingenden Schwingmühlen die Umlaufbewegung der Mühlenfüllung nur dann erfolgt, wenn bei linksseitiger Anordnung des Erregers dieser im Linkslauf und bei rechtsseitiger Anordnung dieser im Rechtslauf betrieben wird.

Der Vorteil der einseitigen Erregung der Schwingmühle außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes ist, daß das zusätzliche Auftreten von Ellipsen- und Linearschwingungen ganz wesentlich zur Verbesserung der Transportvorgänge durch die Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit beiträgt, was entscheidend für den Mahlfortschritt ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Die Figuren 1 und 2 zeigen schematisiert die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Schwingmühle;

Die Figuren 3 bis 6 zeigen in schematischer Darstellung verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schwingmühle;

Figur 7 zeigt eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Schwingmühle;

Figur 8 zeigt eine Schnittansicht gemäß der Linie A - B in Figur 7;

Figur 9 zeigt im wesentlichen entsprechend Figur 8 eine Schnittansicht mit einem im Mahlbehälter der Schwingmühle angeordneten Kammerrad.

Anhand der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Schemata wird die Wirkungsweise des Gegenstandes der Erfindung erläutert. In Fig. 1 wird ein auf (nicht dargestellten) Schwingelementen gelagertes Mahlrohr (1) durch einen auf der linken Seite außerhalb der Schwerkraftachse angeordneten, links umlaufenden Erreger (2) in Schwingungen versetzt. Infolge der einseitigen Erregung führt das Mahlrohr nur erregerseitig Kreisschwingungen (Pfeil 4a) aus, die über Ellipsenschwingungen (Pfeil 4b) im Zentrum in Linearschwingungen (Pfeil 4c) auf der dem Erreger (2) gegenüberliegenden Seite des Mahlrohres übergehen.

Bei linksumlaufendem Erreger (2) wird die durch das Bezugszeichen (3) repräsentierte Mühlenfüllung in Rechtsdrehung (Pfeil 5) versetzt. Dabei führt die Mühlenfüllung erregerseitig eine Aufwärtsbewegung (Pfeil 6) und auf der dem Erreger gegenüberliegenden Seite eine Abwärtsbewegung (Pfeil 7) aus. Während die Kreisschwingung (4a) erregerseitig die Umlaufrichtung (5) der Mühlenfüllung (3) bestimmt, wird ihr durch die Linearschwingungen (4c) auf der dem Erreger (2) gegenüberliegenden Seite eine zusätzliche Beschleunigung erteilt, so daß die Umlaufgeschwindigkeit um ca. den Faktor 4 höher liegt als bei herkömmlichen, kreisschwingenden Schwingmühlen. Der Abstand der zur Achse des Mahlbehälters parallelen Achse des Erregers soll dazu größer sein als der kleinste Abstand vom Mahlbehältermittelpunkt zur Mahlbehälterinnenwand. Fig. 2 zeigt die Bewegungsverhältnisse, wenn der außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes einseitig links angeordnete Erreger (2) im Rechtslauf angetrieben wird. Unter diesen Bedingungen findet keine Umlaufbewegung (5) der Mühlenfüllung (3) statt, da die Aufwärtsbewegung (6) der Mühlenfüllung (3) in den Bereich der Linearschwingung (4c) fällt. Die Beanspruchung des Mahlgutes erfolgt in diesem Fall nur durch Stoß. Im Gegensatz dazu findet bei herkömmlichen, kreisschwingenden Schwingmühlen immer ein Umlauf der Mühlenfüllung statt und zwar entgegen der Arbeitsrichtung des Erregers, egal ob der Erreger im Rechts- oder Linkslauf angetrieben wird.

Gegenüber herkömmlichen Schwingmühlen ergeben sich folgende Vorteile:

- Erhöhung des Auflockerungsgrades der Mühlenfüllung, so daß die bisherige maximale Aufgabekörnung mindestens um den Faktor 2 erhöht werden kann.
- Verbesserung der Transportvorgänge durch hohe Umlaufgeschwindigkeiten der Mühlenfüllung und Homogenisierung der Mahlgutverteilung durch Aufhebung von Entmischungen.
- Erhöhung des spezifischen Durchsatzes.
- Verminderung des Energiebedarfs.
- Aufhebung der energetisch bedingten oberen Grenze des Mahlrohrdurchmessers, der bisher bei 650 mm liegt.
- Verringerung der Stillstandzeiten bei Reparaturen durch Wegfall von Übertragungselementen wie Wellen, Kupplungen u.a.
- Ermöglichung der Modulbauweise durch Kopplung von Baueinheiten mit gleichem Mahlrohrdurchmes-

ser zu Mühlen unterschiedlicher Länge für unterschiedliche Zerkleinerungsaufgaben und Verweilzeiten.

Im folgenden werden schematisiert vier Ausführungsbeispiele der Erfindung für eine Exzenter-Schwingmühle mit einem Mahlrohrdurchmesser von 600 bis 1000 mm behandelt.

Fig. 3 zeigt schematisiert die Ausführung einer Exzenter-Schwingmühle mit einem schwingungsfähig abgestützten Mahlbehälter in Form eines Mahlrohrs (1) von 600 mm Durchmesser, das einseitig außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes starr mit einem Unwuchtmotor als Erreger (2) verbunden ist. Der Ausgleich der Erregermasse erfolgt durch eine achsparallel auf der gegenüberliegenden Seite des Mahlrohres angeordnete Ausgleichsmasse (8).

Gemäß Fig. 4 wird die gleiche Konstruktion wie in Fig. 3 dadurch erweitert, daß sich anstelle der Ausgleichsmasse (8) ein zweiter Unwuchtmotor (9) direkt am Mahlrohr (1) befindet. Die Schwingmühle kann wahlweise entweder durch den Erreger (2) oder durch den Erreger (9) betrieben werden, wobei jeweils der andere Unwuchtmotor (9 bzw. 2) als Ausgleichsmasse fungiert. Dies erlaubt die Betriebsweise der Mühle mit verschiedenen Erregerparametern wie Drehzahl und Schwingkreisdurchmesser.

Ein weiteres Beispiel der Erfindung ist in Fig. 5 dargestellt. Das Mahlrohr (1) hat in diesem Fall einen Durchmesser von 1000 mm und ist mit zwei übereinander, einseitig außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes angeordneten, synchron arbeitenden Unwuchtmotoren als Erreger (2a, 2b) ausgerüstet. Der Ausgleich der Erregermasse erfolgt wiederum durch eine Ausgleichsmasse (8) entsprechend Fig. 3.

Die Kopplung von Baueinheiten entsprechend Fig. 5 wird in Fig. 6 ausgewiesen. Zur Anpassung an unterschiedliche Mahlprobleme werden z.B. zwei Baueinheiten (A) und (B) zu einer Mühle zusammengefügt.

Bei der in den Figuren 7 und 8 dargestellten Exzenter-Schwingmühle ist ein Mahlbehälter in Form eines Mahlrohres (1) mittels Schwingelementen (14) schwingungsfähig auf einem Grundrahmen (15) abgestützt. An dem Mahlrohr (1) ist rechts mittels einer Quertraverse (12) eine Erregereinheit in Form eines Unwuchtmotors (2) starr befestigt, wobei die Federnachse des antriebsseitigen Schwingelementes (14) zwischen den Schwerkraftachsen des Mahlbehälters 1 einerseits und der Erregereinheit 2 andererseits liegt.

An der Quertraverse (12) ist dem Unwuchtmotor (2) achsparallel gegenüberliegend die Ausgleichsmasse (8) ebenfalls starr befestigt. Innerhalb des Mahlrohres (1) befinden sich in üblicher Weise Mahlkörper (13); dargestellt sind die Bewegungsvorgänge bei Rechtslauf. In Fig. 7 sind die Stirnwand (17) des Mahlbehälters sowie der Mahlguteinlauf (18) und der Mahlgutauslauf (19) dargestellt.

Die in Fig. 9 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schwingmühle weist zusätzlich noch ein sogenanntes Kammerrad (20) auf, um die Schwingmühle nach dem sogenannten Drehkammerprinzip arbeiten zu lassen. In diesem Fall befindet sich der Erreger (2) links; dargestellt sind die Bewegungsvorgänge bei Linkslauf.

Patentansprüche

1. Exzenter-Schwingmühle mit mindestens einem auf Schwingelementen gelagerten Mahlbehälter (1), an dem die Erregereinheit als Schwingantrieb starr befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregung des Mahlbehälters (1) exzentrisch einseitig erfolgt, d.h. außerhalb der Schwerkraftachse und des Massenmittelpunktes des Mahlbehälters (1), wobei zum Ausgleich der Eregermasse eine Ausgleichsmasse (8) vorgesehen ist und die antriebsseitige Federnachse zwischen den Schwerkraftachsen des Mahlbehälters (1) und der Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) liegt und die Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) so betrieben wird, daß inhomogene Schwingungen bestehend aus Kreis-, Ellipsen- und Linearschwingungen erzeugt werden.

2. Exzenter-Schwingmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der zur Mahlbehälterachse parallelen Achse der Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) größer als der kleinste Abstand vom Mahlbehältermittelpunkt zur Mahlbehälterinnenwand ist.

3. Exzenter-Schwingmühle nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregereinheit zwei oder mehrere Erreger umfaßt.

4. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregung des Mahlbehälters (1) mit Hilfe eines Erregers oder mehrerer (zu synchronisierender) hintereinander auf einer zur Mahlbehälterachse parallelen Achse liegender Erreger erfolgt.

5. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregung des Mahlbehälters (1) mit Hilfe mehrerer (zu synchronisierender) übereinander parallel zur Mahlbehälterachse angeordneter Erreger erfolgt.

6. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erreger vorzugsweise Unwuchtmotoren sind.

7. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere hintereinander angeordnete Mahlbehälter-Erregereinheiten-Module umfaßt.

8. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einem oder mehreren parallel zur Mühlenachse angeordneten Mahlbehältern besteht.

9. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Mahlbehälter vorzugsweise ein Mahlrohr (1) ist.

10. Exzenter-Schwingmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Mahlbehälter (1) ein Kammerrad (20) angeordnet ist.

11. Exzenter-Schwingmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgleichsmasse achsparallel auf der der Erregereinheit (2, 9, 2a, 2b) gegenüberliegenden Seite des Mahlbehälters (1) angeordnet ist.

Claims

1. Eccentric vibrating mill with at least one grinding container (1) which is mounted on vibrating elements and to which the exciter unit is rigidly attached as vibrating drive, characterized in that the grinding container (1) is excited eccentrically on one side, i.e. outside the gravity axis and the mass centre of the grinding container (1), whereby a balancing mass (8) is provided For balancing the exciter mass and the spring axis on the drive side lies between the gravity axes of the grinding container (1) and the exciter unit (2, 9, 2a, 2b) and the exciter unit (2, 9, 2a, 2b) is operated in such a way that inhomogeneous vibrations consisting of circular, elliptical and linear vibrations are produced.

2. Eccentric vibrating mill according to Claim 1, characterized in that the distance from the axis of the exciter unit (2, 9, 2a, 2b) parallel to the axis of the grinding container is greater than the smallest distance from the grinding container centre to the grinding container's inner wall.

3. Eccentric vibrating mill according to Claim 1 or 2, characterized in that the exciter unit comprises two or more exciters.

4. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the grinding container (1) is excited with the help of one exciter or several exciters (to be synchronized) lying one behind the other on an axis which is parallel to the axis of the grinding container.

5. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 3, characterized in that the grinding container (1) is excited with the help of several exciters (to be synchronized) located one above the other and parallel to the axis of the grinding container.

6. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the exciters are preferably unbalance motors.

7. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 6, characterized in that it comprises several grinding container/exciter unit modules located one behind the other.

8. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 7, characterized in that it comprises one or more grinding containers located parallel to the axis of the mill.

9. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 8, characterized in that the grinding container is preferably a grinding tube (1).

10. Eccentric vibrating mill according to one of Claims 1 to 9, characterized in that a chamber wheel (20) is located in the grinding container (1).

11. Eccentric vibrating mill according to Claim 1, characterized in that the balancing mass is arranged parallel to the axis on the side of the grinding container (1) lying opposite the exciter unit (2, 9, 2a, 2b).

Revendications

1. Broyeur vibrant à excentrique, comportant au moins un récipient de broyage (1), monté sur des éléments à mouvement oscillatoire, sur lequel l'unité d'excitation est fixée rigidement, à titre d'entraînement vibrant, caractérisé par le fait que l'excitation du récipient de broyage (1) s'effectue excentriquement sur un côté, c'est-à-dire à distance de l'axe de la force de la pesanteur et du centre des masses du récipient de broyage (1), où, pour compenser la masse excitatrice, est prévue une masse d'équilibrage (8) et l'axe de suspension situé côté entraînement étant situé entre les axes de force de la pesanteur du récipient de broyage (1) et de l'unité excitatrice (2, 9, 2a, 2b), et l'unité excitatrice (2, 9, 2a, 2b) fonctionnant de manière que des vibrations inhomogènes, constituées de vibrations circulaires elliptiques et linéaires, soient générées.

2. Broyeur vibrant à excentrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'espacement entre l'axe, parallèle à l'axe de récipient de broyage, de l'unité excitatrice (2, 9, 2a, 2b) est supérieur a l'espacement minimal entre le centre du récipient de broyage et la paroi intérieure du récipient de

broyage.

3. Broyeur vibrant à excentrique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que l'unité excitatrice comprend deux excitateurs ou plus.

4. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'excitation du récipient de broyage (1) s'effectue à l'aide d'un excitateur ou de plusieurs excitateurs (à synchroniser) montés l'un derrière l'autre sur un axe parallèle à l'axe du récipient de broyage.

5. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'excitation du récipient de broyage (1) s'effectue à l'aide de plusieurs excitateurs (à synchroniser) disposés les uns au-dessus des autres parallèlement à l'axe du récipient de broyage.

6. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que les excitateurs sont de préférence des moteurs déséquilibres.

7. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait qu'il comprend plusieurs modules d'unités excitatrices de récipient de broyage, disposés les uns derrière les autres.

8. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'il est constitué d'un ou de plusieurs récipients de broyage disposés parallèlement à l'axe du broyeur.

9. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le récipient de broyage est de préférence un tube de broyage (1).

10. Broyeur vibrant à excentrique selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'une roue à chambres (20) est disposée dans le récipient de broyage (1).

11. Broyeur vibrant à excentrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la masse d'équilibrage est disposée parallèlement à l'axe sur le côté du récipient de broyage (1) opposé à l'unité excitatrice (2, 9, 2a, 2b).

Fig.1

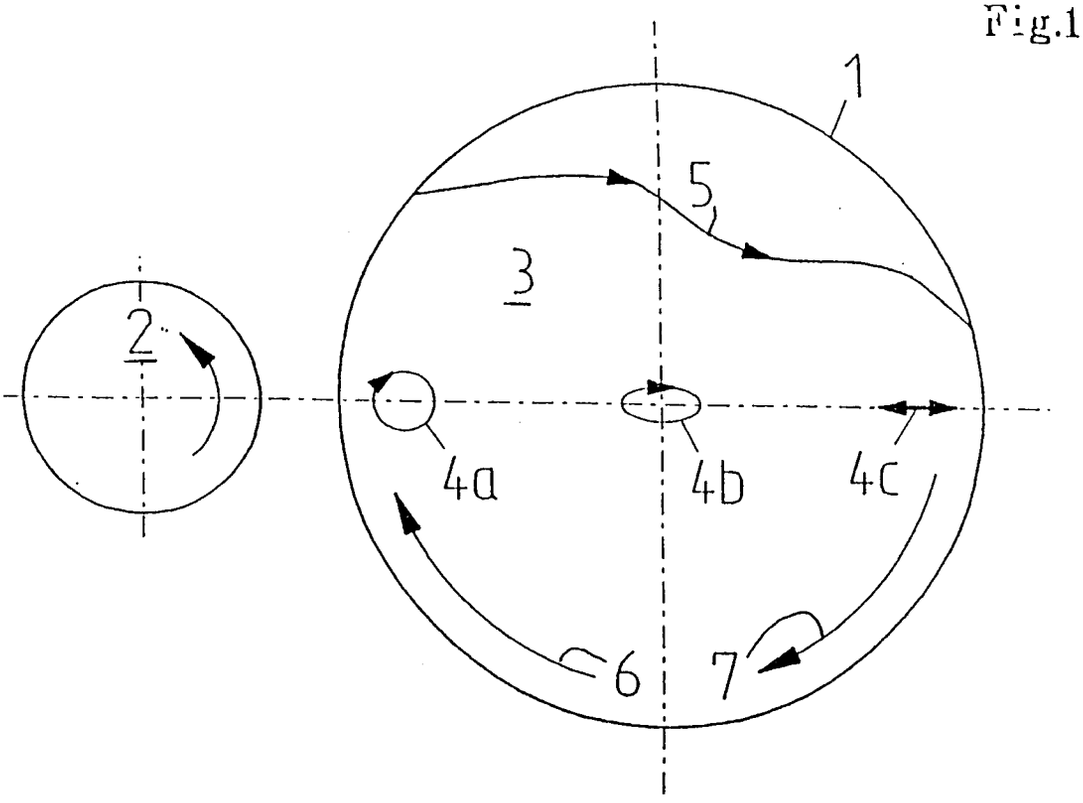


Fig.2

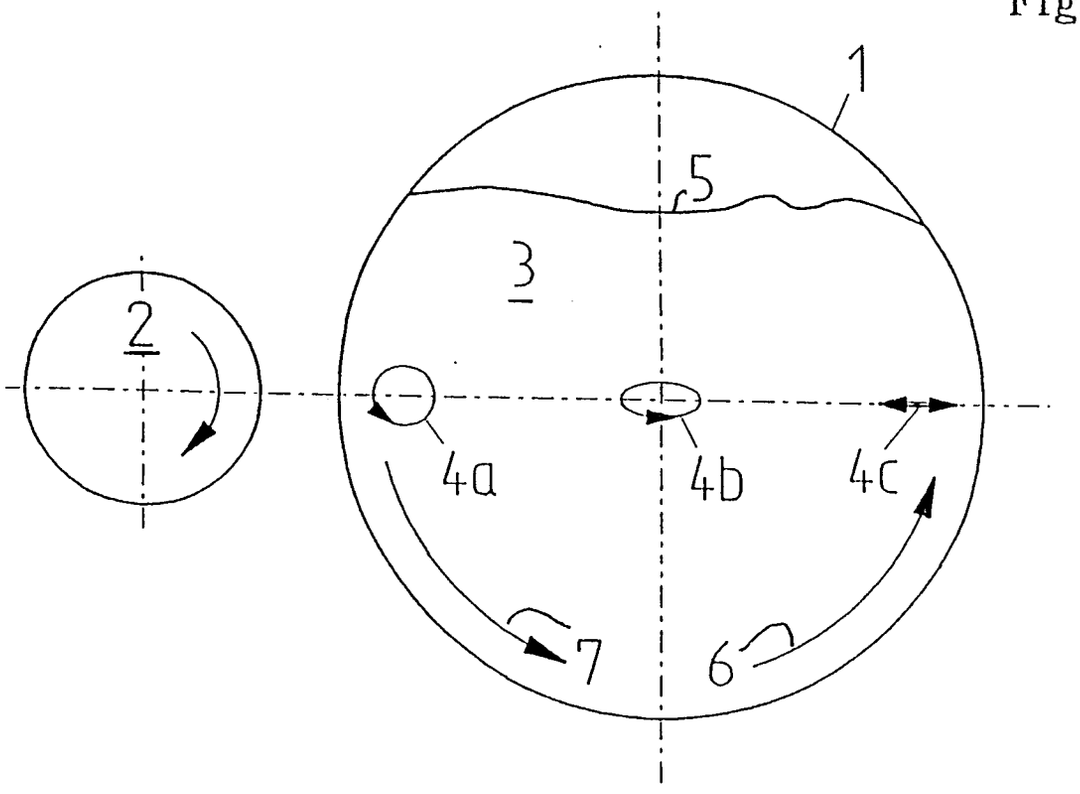


Fig.3

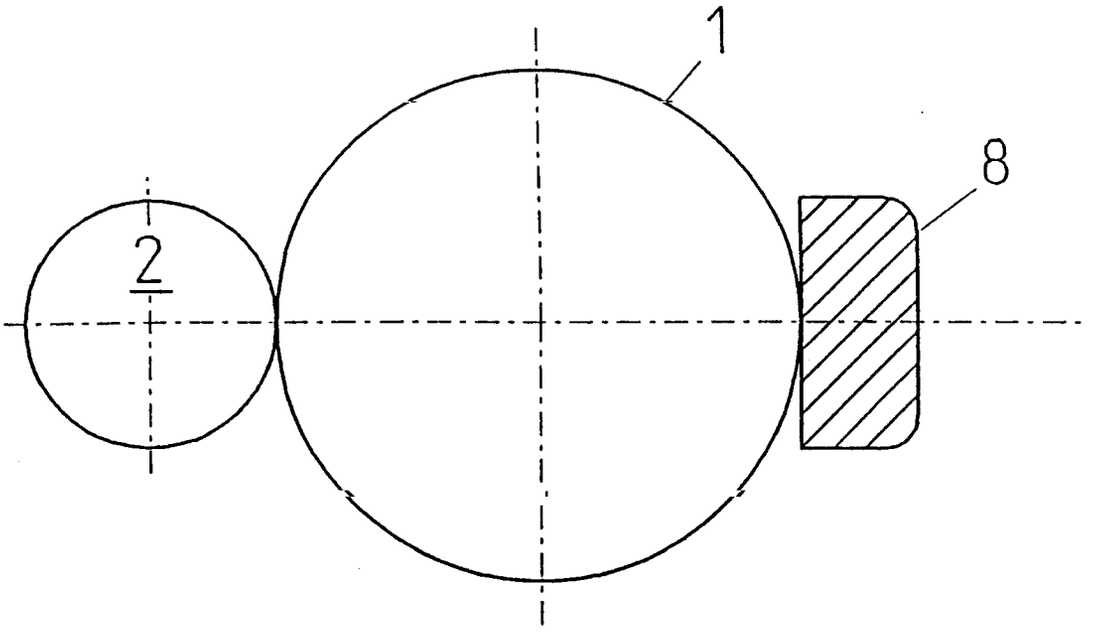


Fig.4

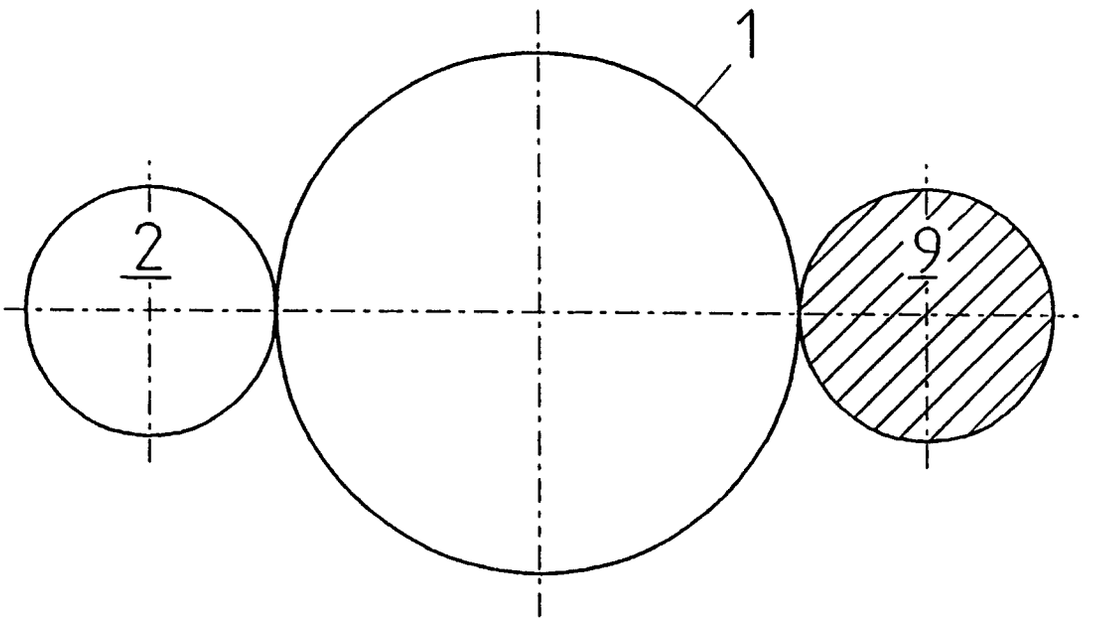


Fig.5

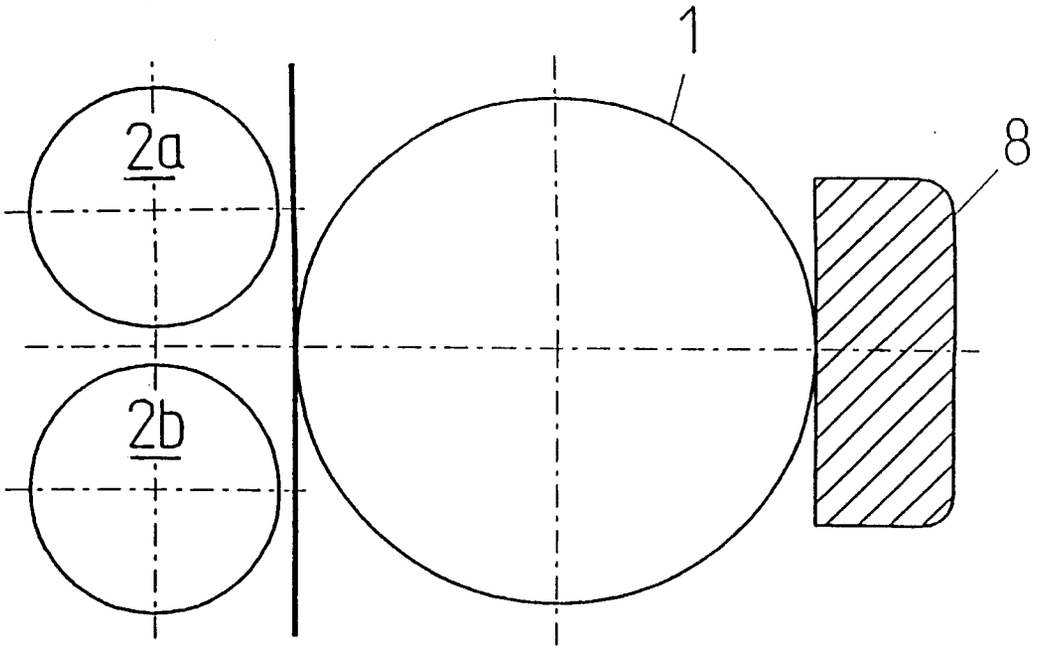


Fig.6

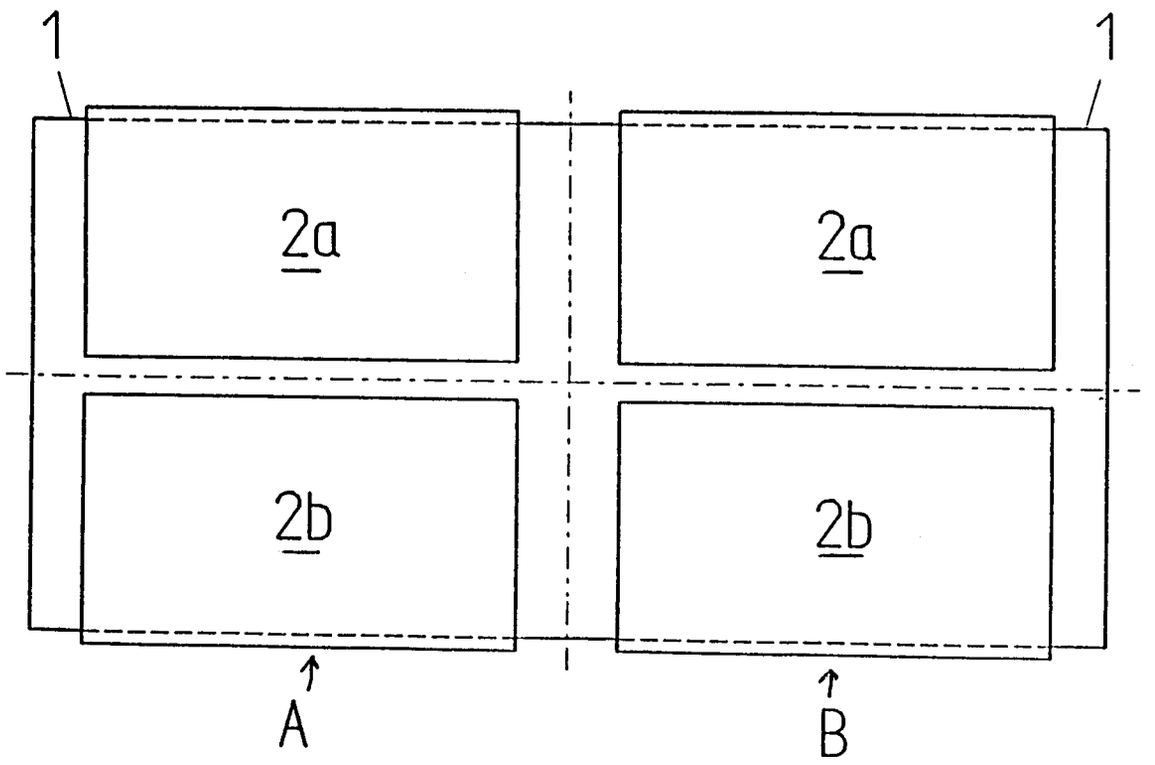


Fig.7

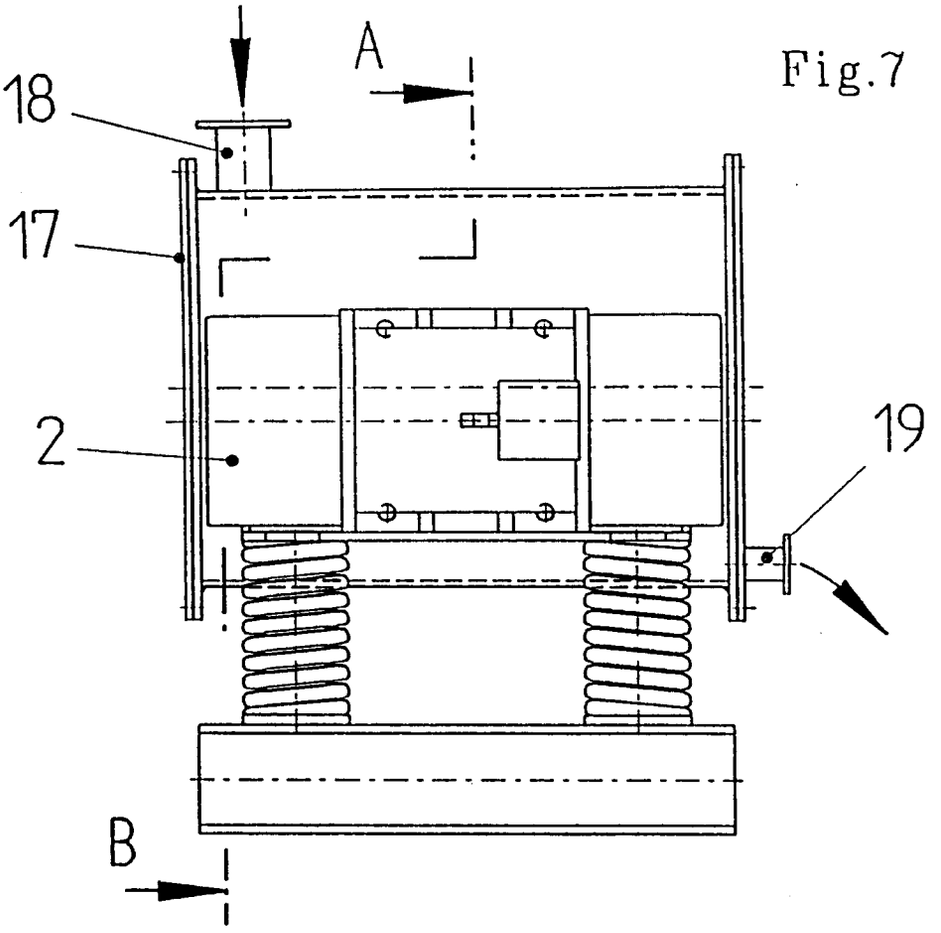


Fig.8

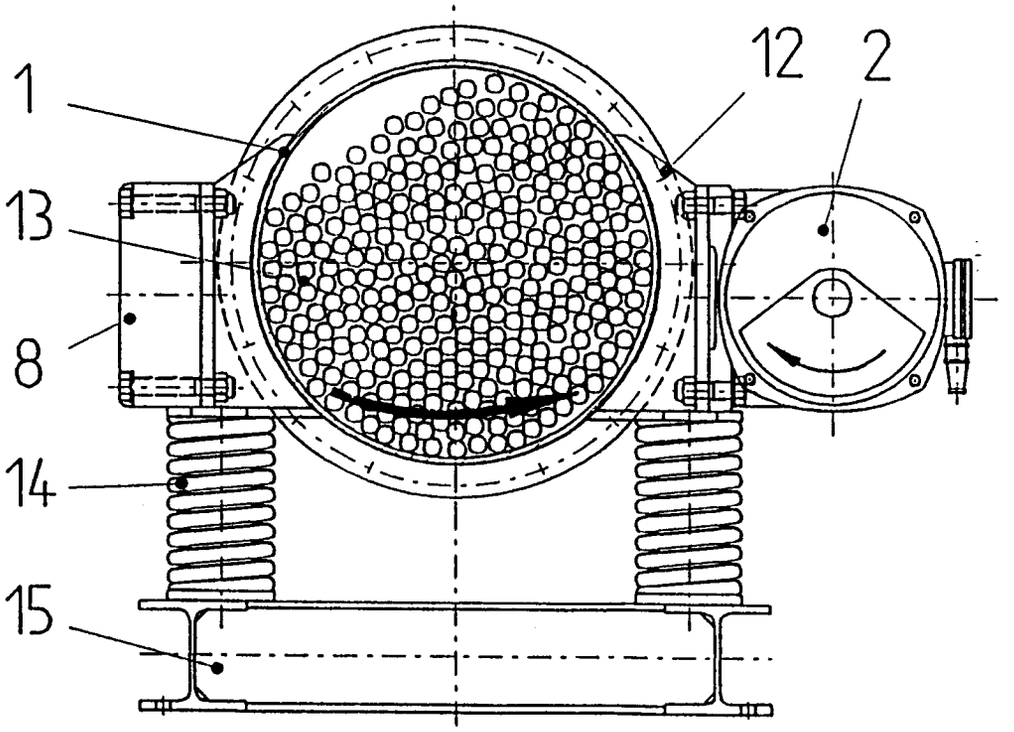


Fig.9

