

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 627 262 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.03.1999 Patentblatt 1999/12

(51) Int. Cl.⁶: **B02C 17/16**

(21) Anmeldenummer: **94810295.9**

(22) Anmeldetag: **24.05.1994**

(54) **Zum Fein- und Feinstmahlen eines Gutes dienende, kontinuierlich arbeitende Rührwerkskugelmühle**

Continuously working agitator ball mill for fine and ultrafine milling of material

Broyeur agitateur à billes travaillant en continu pour le broyage fin et ultrafin de matériaux

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE GB IT LI

(30) Priorität: **01.06.1993 CH 1632/93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.1994 Patentblatt 1994/49

(73) Patentinhaber:
**Willy A. Bachofen AG
CH-4005 Basel (CH)**

(72) Erfinder:
• **Frommherz, Harald
D-79736 Rickenbach-Egg (DE)**
• **Leuthold, Albert
CH-4104 Oberwil (CH)**
• **Weider, Marc
F-68730 Blotzheim (FR)**

(74) Vertreter: **Eder, Carl E.
Patentanwaltsbüro EDER AG
Lindenhofstrasse 40
4052 Basel (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 129 384 FR-A- 1 412 816
GB-A- 1 340 385 GB-A- 2 053 025**

- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section Ch, Week D05, 11. März 1981 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class H01, AN 07179 D/05 & SU-A-737 004 (CASIA SOYUZGAZAVTO) 30. Mai 1980**
- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 9252, 17. Februar 1993 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class P41, AN 92-431799 & SU-A-1 711 970 (KOMM MINING METAL INST) 15. Februar 1992**

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 0 627 262 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rührwerkskugelmühle sowie ein Verfahren zum Fein- und Feinstmahlen eines Gutes, nämlich eine Rührwerkskugelmühle gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

[0002] Rührwerkskugelmühlen werden beispielsweise zur Zerkleinerung und Dispergierung von Feststoffen in einer Flüssigkeitsphase oder zum Aufschluss von Mikroorganismen verwendet.

[0003] Auf dem Markt bekannte und für den kontinuierlichen Betrieb vorgesehene Rührwerkskugelmühlen besitzen eine zylindrische oder konische, horizontal- oder vertikalachsige Mahlkammer, deren Gehäuse aus einer Längswand und zwei an den beiden Enden der Längswand angeordneten Abschlusswänden gebildet ist. Die eine Abschlusswand weist dabei einen zum Zuführen des Mahlgutes dienenden Gut-Einlass und die andere Abschlusswand einen zum Abführen des Gutes dienenden Gut-Auslass auf. In der Mahlkammer ist zudem ein um die Kammerachse drehbares Rührwerk angeordnet, um die in der Mühle vorgelegten Mahlkörper radial zur Rührwelle zu befördern und dadurch das kontinuierlich durch die Mahlkammer hindurchgeleitete Gut durch Stoss- und Scherkräfte zu zerkleinern. Dazu besitzen die Rührwerke der bekannten Rührwerkskugelmühlen mehrere, koaxial zur Kammerachse drehbare Rührorgane. Diese haben beispielsweise die Form einer Scheibe mit einer im wesentlichen kreisförmigen Umlauflinie und sind durch in die Umlauflinie mündende Schlitze in spitz zulaufende, sich in tangentialer Richtung erstreckende Zinken unterteilt.

[0004] Eine andere, ebenfalls bekannte Rührwerkskugelmühle ist aus der GB-A 1'340'385 bekannt. Diese offenbart eine zum Fein- und Feinstmahlen eines Gutes dienende, kontinuierlich arbeitende Rührwerkskugelmühle mit einer zylindrischen, zur Aufnahme von Mahlkörpern dienenden Mahlkammer, einem am einen Ende der Mahlkammer angeordneten und in den Innenraum der Mahlkammer mündenden Gut-Einlass und einem am anderen Ende der Mahlkammer angeordneten Gut-Auslass sowie einem mehrere Rührorgane aufweisenden und zur Kammerachse koaxialen Rührwerk. Die Rührorgane des Rührwerkes weisen in diesem Fall je eine kreisförmige Trennplatte und beidseits der Trennplatte je eine kreisförmige Scheibe auf, wobei letztere je eine zentrale Öffnung besitzen, durch welche das aus den Mahlkörpern und dem zu mahlenden Gut gebildete Gemisch hindurchströmen kann. Die Trennplatte teilt den Spalt zwischen den beiden Scheiben in zwei Schlitze, nämlich in einen unteren und einen oberen Schlitz, was, wie noch näher erläutert wird, die Mahlwirkung verstärkt. Beim Betrieb dieser bekannten Rührwerkskugelmühle wird also fortlaufend ein Teil des genannten Gemisches durch die zentrale Öffnung in den Spalt zwischen den Scheiben hindurchströmen und über den Rand der beiden Scheiben radial nach aussen

befördert.

[0005] Die beiden Scheiben der Rührorgane besitzen zueinanderlaufenden, bogenförmige Randabschnitte, was eine Verringerung der Spalt- bzw. Schlitzbreiten im Randbereich, also eine Erhöhung der Fliessgeschwindigkeit des aus den Rührorganen austretenden Gemisches zur Folge hat. Die Schlitzbreite ist dabei so gewählt, dass sie im Bereich der Scheibenränder nur geringfügig grösser ist, als der Durchmesser der Mahlkörper, um dadurch eine verhältnismässig gute Mahlwirkung zu erzielen. Die zwischen den beiden Scheiben angeordnete Trennplatte hat schliesslich den Zweck, die Häufigkeit von Teilchen-Kollisionen zu erhöhen, was zusammen mit der Teilchenbeschleunigung im Randbereich eine verbesserte Mahlwirkung zur Folge hat.

[0006] Untersuchungen haben nun gezeigt, dass bei der Steigerung der Gesamtumwälzung, also bei der Zunahme der auf das Gemisch wirkenden Zentrifugalkräfte eine starke Konzentration des Gemisches an der Innenwand der Mühle auftritt. Das Gemisch wird dabei im Bereich der Innenwand so eng zusammengedrückt, dass das zu mahlende Gut nicht mehr vollständig eingezogen wird und im Zentrum des Behälters zu wenig Mahlkörper vorhanden sind. Durch die dichte Packung der Mahlkörper im Bereich der Innenwand und den schmalen Spalt tritt zudem eine nutzlose Abriebwirkung und Verschleiss der Mahlkörper auf.

[0007] Beim kontinuierlichen Betrieb der vorstehend beschriebenen, horizontal- und vertikalachsigen Rührwerkskugelmühlen werden die Mahlkörper durch den Strom des zu mahlenden Gutes in Richtung des Gut-Auslasses mitgeschleppt, wodurch sich die Mahlkörper im Bereich des Gut-Auslasses anhäufen und ihre Mahl- und Dispergierwirkung dadurch verlieren, dass sie nicht mehr durch die Rührorgane des Rührwerkes bewegt werden. Die sich während des Mahl- und Dispergierprozesses im Bereich des Gut-Auslasses anhäufenden Mahlkörper behindern ferner das kontinuierliche Auslaufen des Produktstromes, was eine Erhöhung des Kammerinnendruckes zur Folge hat. Bei Mühlen in stehender Ausführung wird durch den Zentrifugaldruck und das Hochwandern der Mahlkörper zudem ein Überlaufen der Mühle begünstigt, was nicht nur den Maximaldurchsatz der Mühle begrenzt sondern ebenfalls eine Erhöhung des Kammerinnendruckes zur Folge hat. Diese Erhöhung des Kammerinnendruckes bewirkt schliesslich, dass insbesondere die Mahlkörper während des Mahl- und/oder Dispergiervorganges einem verhältnismässig grossen mechanischen Verschleiss ausgesetzt sind und dass zur Erhaltung eines gleichförmig aus der Mahlkammer auslaufenden Produktstromes die zur Bewegung der Rührorgane notwendige Rührwerksleistung erhöht werden muss. Das Anhäufen von Mahlkörpern im Bereich des Gut-Auslasses bewirkt schliesslich auch eine Erhöhung der Mahltemperatur, was sich dann nachteilig auf die Qualität des herzustellenden Produktes auswirken kann. Ein zusätzlicher Verschleiss der Mahlkörper tritt bei der aus der GB-A

1'340'285 bekannten Mühle schliesslich auch noch durch den verhältnismässig schmalen Spalt ein.

[0008] Der Erfindung liegt nun ausgehend von der GB-A 1'340'285 die Aufgabe zu Grunde, eine neue Rührwerkskugelmühle zu schaffen, die die vorgenannten Nachteile nicht aufweist und mit welcher ein Gut schonend und gleichmässig gemahlen werden kann, wozu insbesondere eine gleichmässige axiale Verteilung der Mahlkörper in der Mahlkammer gehalten wird.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Rührwerkskugelmühle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Die Erfindung betrifft ferner ein mit dieser Rührwerkskugelmühle durchführbares Verfahren, das durch die Merkmale des Anspruchs 10 definiert ist.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Rührwerkskugelmühle und des Verfahrens gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

[0012] Nachfolgend werden anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. In der Zeichnung zeigt

die Figur 1 einen Längsschnitt durch einen Teil einer zylindrischen Mahlkammer,

die Figur 2 eine Draufsicht auf ein in der Figur 1 dargestelltes Rührorgan,

die Figur 3 einen Längsschnitt durch eine zweite Mahlkammer,

die Figur 4 eine Draufsicht auf ein in der Figur 3 dargestelltes Rührorgan,

die Figur 5 einen Längsschnitt durch eine dritte Mahlkammer,

die Figur 6 eine Draufsicht auf ein Teil eines in der Figur 5 dargestellten Rührorganes,

die Figur 7 eine Draufsicht auf ein anderes in der Figur 5 dargestelltes Rührorgan;

die Figuren 8 und 9 zeigen eine Draufsicht auf zwei weitere Ausführungsformen eines Rührorganes.

[0013] Die in der Figur 1 nur zum Teil dargestellte und als ganzes mit 1 bezeichnete Mahlkammer einer Rührwerkskugelmühle weist ein Gehäuse 2 mit einer horizontalen Achse 3 auf. Das Gehäuse 2 besitzt dabei eine längliche, im wesentlichen zylindrische Längswand 4 sowie zwei an beiden Enden der Längswand 4 angeordnete Abschlusswände 5 und 6, von denen die Abschlusswand 5 einen zum Zuführen des Mahlgutes dienenden Gut-Einlass 8 und die Abschlusswand 6 einen zum Abführen des Gutes dienenden Gut-Auslass 9 aufweist.

[0014] Im Innenraum 7 ist ferner ein Rührwerk 10

angeordnet, das vier entlang der Achse 3 verteilte, Schaufelrad-artige Rührorgane 12 aufweist und durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Antriebsvorrichtung gedreht werden kann. Die zur Achse 3 koaxiale Welle 11 des Rührwerkes 10 ist dabei mit seinem, die Abschlusswand 6 durchstossenden Ende an der Antriebsvorrichtung befestigt.

[0015] Wie aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich ist, besitzt jedes Rührorgan 12 eine der Abschlusswand 6 zugewandte Scheibe 12a, eine zu dieser parallel angeordnete, der Abschlusswand 5 zugewandte ringförmige Scheibe 12b mit einer zur Achse 3 koaxialen Öffnung 12d sowie mehrere, die beiden Scheiben 12a und 12b miteinander verbindende und als Schaufeln 12c ausgebildete Förderelemente. Letztere sind im Längsschnitt bogenförmig und verbinden die Scheiben 12a und 12b miteinander.

[0016] In der Abschlusswand 6 der Mahlkammer 1 ist schliesslich ein über eine Auslaufleitung 15 mit dem Auslass 9 verbundener, hier als Ringspalt 14 ausgebildeter Trennmechanismus vorhanden, der so bemessen ist, dass das gemahlene Gut aus dem Innenraum 7 ausströmen kann, die zum Mahlen dienenden Mahlkörper 13 jedoch zurückgehalten werden.

[0017] Beim Betrieb einer die Mahlkammer 1 aufweisenden Rührwerkskugelmühle wird durch den Einlass 8 ein zu mahlendes oder in einer Flüssigkeit zu dispergierendes Gut in flüssiger Form kontinuierlich in den Innenraum 7 der Mahlkammer 1 befördert und in diesem zum Auslass 9 geführt. Hierbei kann es sich beispielsweise um Farbstoffsuspensionen, Lackfarben, Druckfarben, Agrochemikalien, Füllstoffsuspensionen, Video-Tape-Beschichtungsmassen, Kosmetika, Nahrungsmittel oder Mikroorganismen handeln. Die im Innenraum 7 der Mahlkammer 1 vorhandenen Mahlkörper 13 vermahlen und/oder dispergieren während des Betriebes der Rührwerkskugelmühle das kontinuierlich durch die Mahlkammer 1 hindurchgeleitete Gut, worauf das in der Mahlkammer erzeugte Produkt diesen - in einem kontinuierlichen Flüssigkeitsstrom - durch den Trennmechanismus 14 verlässt.

[0018] Die sich während des Mahl- und/oder Dispergierprozesses in Pfeilrichtung 16 drehenden Rührorgane 12 sind nun derart ausgebildet und bemessen, dass fortlaufend ein Teil des aus den Mahlkörpern 13 und dem zu mahlenden und/oder zu dispergierenden Gut gebildeten Gemisches in Pfeilrichtung 17 radial nach aussen befördert wird, worauf mindestens ein Teil des Gemisches in Pfeilrichtung 18 zur Öffnung 12d und von dort zurück in den Zwischenraum zwischen den beiden Scheiben 12a und 12b strömt, bzw. in diesen eingesaugt wird. Dadurch und dadurch, dass die Geschwindigkeit, mit der das genannte Gemisch radial bewegt wird, vorzugsweise grösser ist als die Geschwindigkeit des durch die Mahlkammer 1 hindurchgeleiteten Gutes - wodurch ein Mitschleppen von Mahlkörpern 13 durch das axial durchfliessende Gut vermieden wird -, kann sich eine gleichmässige Vertei-

lung der Mahlkörpern 13 im Innenraum 7 einstellen. Die Geschwindigkeit, mit der die Mahlkörper 13 radial bewegt werden, kann dabei beispielsweise um etwa einen Faktor drei bis sieben grösser sein als die Geschwindigkeit, mit der das zu mahlende Gut durch die Mahlkammer 1 hindurchströmt.

[0019] Die in den Figuren 3 und 5 dargestellte und als ganzes mit 21 bezeichnete Mahlkammer ist ähnlich wie die anhand der Figur 1 beschriebene Mahlkammer 1 ausgebildet und weist wie diese ein aus einer Längswand 23 und zwei Abschlusswänden 24 und 25 gebildetes Gehäuse 22 sowie ein horizontal gelagertes Rührwerk 26 auf.

[0020] In der Figur 3 weist das Rührwerk 26 mehrere, Schaufelradartige Rührorgane 27 auf, die je aus einer im wesentlichen kreisförmigen Scheibe 27a, einer parallel zu dieser angeordneten Scheibe 27b und mehreren zwischen den Scheiben 27a und 27b angeordneten Schaufeln 27c bestehen. Das in der Figur 4 in Ansicht dargestellte Rührorgan 27 unterscheidet sich von dem Rührorgan 12 dadurch, dass die Scheiben 27a und 27b zur Abschlusswand 24 hin geneigt sind und dass die dem Gut-Einlass 8 zugewandte Scheibe 27b die zentrale Öffnung 27d aufweist, so dass beim Betrieb der Rührwerkskugelmühle das durch die Rührorgane radial zu bewegendes Gemisch jeweils auf der der Abschlusswand 24 zugewandten Seite der Rührorgane 27 eingesaugt wird. Die gekrümmte Form der Rührorgane 27 hat nun den zusätzlichen Vorteil, dass beim Drehen der Rührorgane 27 in Richtung des Pfeiles 28 die durch das Loch 27d angesaugten Mahlkörper in Pfeilrichtung 29 aus dem Rührorgan 27 - also in zur Strömungsrichtung des Gutes entgegengesetzter Richtung - ausgeworfen werden, so dass sich dadurch auch bei einer verhältnismässig grossen axialen Geschwindigkeit des zu mahlenden und/oder in einer Flüssigkeit zu dispergierenden Gutes eine gleichmässige Verteilung der Mahlkörpern 13 im Innenraum 7 einstellen kann.

[0021] In der Figur 5 weist das Rührwerk 26 zwei verschiedene Rührorgane auf, nämlich ein propellerartiges Rührorgan 30 und ein Schaufelrad-artiges Rührorgan 36.

[0022] Das Rührorgan 30 setzt sich dabei aus einem Propeller 31 und zwei kreisförmigen Scheiben 32 und 33 zusammen. Letztere sind mittels Haltearmen 34 an der Innenwand der Mahlkammer 21 befestigt und weisen je ein zur Kammerachse koaxiales Loch 32a und 33a auf, durch das die Welle des Rührwerkes 26 hindurchführt. Der in der Figur 6 in Ansicht dargestellte Propeller 31 besitzt vier als Förder-elemente ausgebildete Flügel 31a, durch die während des Betriebes der Rührwerkskugelmühle das in der Mahlkammer vorgelegte Gemisch zur Scheibe 32 befördert wird. Der Durchmesser des Loches 33a der dem Gut-Einlass zugewandten Scheibe 33 ist in dem in der Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel vorzugsweise grösser als der Durchmesser der Antriebswelle, beispielsweise doppelt so gross wie diese, so dass beim Betrieb der

Rührwerkskugelmühle fortlaufend mindestens ein Teil des vom Propeller an die Wand 32 beförderten Gemisches radial abgelenkt und in Pfeilrichtung 35 wieder zurück in den Zwischenraum zwischen den beiden Scheiben 32 und 33 strömen kann.

[0023] Hierbei sei noch bemerkt, dass das Rührorgan 30 in verschiedener Hinsicht geändert werden kann. So kann wahlweise mindestens eine der beiden Scheiben 32 bzw. 33 - anstelle an der Innenwand der Mahlkammer 21 - auch auf der Welle des Rührwerkes 26 befestigt sein. Eine zum Einsaugen des in der Mahlkammer 21 vorgelegten Gemisches dienende Scheibe, die ohne Haltearme 34 befestigt ist, weist dabei - im Gegensatz zur in der Figur 5 dargestellten Scheibe 33 - mindestens eine zentrale Bohrung oder mehrere, beispielsweise kreisförmig angeordnete Einzelbohrungen auf. Ferner besteht auch noch die Möglichkeit, mehrere propellerartige Rührorgane miteinander zu kombinieren, deren Propeller zueinander gegenläufige Förderrichtungen erzeugen.

[0024] Das in der Figur 7 in Ansicht dargestellte Schaufelradartige Rührorgan 36 unterscheidet sich von den Rührorganen 12 und 27 dadurch, dass es drei zueinander parallel angeordnete Scheiben 37, 38 und 39 aufweist, dass zwischen jeweils zwei Scheiben, nämlich zwischen den Scheiben 37 und 38 und den Scheiben 38 und 39 die Schaufeln 40 angeordnet sind, dass die beiden äusseren Scheiben 37 und 39 je eine zentrale Öffnung 37a bzw. 39a aufweisen und dass das Rührorgan 36 mittels der mittleren Scheibe 38 an der Welle des Rührwerkes 26 befestigt ist.

[0025] Während des Mahl- und/oder Dispergierprozesses dreht sich das Rührorgan 36 in Pfeilrichtung 41, so dass fortlaufend ein Teil des aus den Mahlkörpern und dem zu mahlenden und/oder zu dispergierenden Gut gebildeten Gemisches durch die beiden Löcher 37a und 39a angesaugt, von den Schaufeln 40 radial nach aussen und über die Ränder der Scheiben 37 und 39 wieder radial nach innen befördert wird, so dass sich dadurch auf beiden Seiten des Rührorganes 36 die durch die Pfeile 42 dargestellte Zirkulation einstellt.

[0026] Zwei weitere Ausführungsformen von Rührorganen, die dem gleichen Zweck dienen wie die vorstehend beschriebenen Rührorgane 12, 27, 30 und 36 sind in den Figuren 8 bzw. 9 dargestellt. Die in diesen Figuren dargestellten Schaufelradartigen Rührorgane 43 und 44 sind im wesentlichen gleich ausgebildet wie das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Rührorgan 12, unterscheiden sich von diesem aber dadurch, dass die beidseits der Schaufeln 43a bzw. 44a angeordneten Scheiben 43b und 43c bzw. 44b und 44c je mindestens ein Loch aufweisen, so dass beim Mahl- und/oder Dispergierprozess das im Innenraum der Mahlkammer vorhandene Gemisch beidseitig angesaugt, durch die Schaufeln 43a bzw. 44a radial nach aussen, über die Ränder der beiden Scheiben radial nach innen und anschliessend wieder in den Zwischenraum zwischen den beiden Scheiben 43b und 43c bzw. 44b und 44c

befördert wird.

[0027] Die erfindungsgemässe Rührwerkskugelmühle weist nun gegenüber den bekannten Rührwerkskugelmühlen den Vorteil auf, dass während des ganzen Mahl- und/oder Dispergierprozesses eine gleichmässige, zum Ausgang hin nicht verdichtete Verteilung der Mahlkörper in der Mahlkammer erhalten bleibt und dass dadurch eine für die Herstellung des Produktes nachteilige Druck- und Temperaturerhöhung im Bereich des Apparatur weitgehend vermieden werden kann.

[0028] Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die anhand der Figuren 1 bis 7 beschriebenen Mahlkammern und Rührorgane nur eine Auswahl von mehreren möglichen Ausführungsformen der Erfindung darstellen und in verschiedener Hinsicht geändert werden können.

[0029] So können beispielsweise die vorstehend beschriebenen Rührorgane beliebig miteinander oder auch mit anderen Rührorganen kombiniert werden.

[0030] Zudem können beispielsweise die der Achse 3 abgewandten Aussenflächen 12e der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Schaufeln 12c mit der Innenfläche der Scheibe 12b einen spitzen Winkel bilden, so dass die vom Rührorgan 12 bewegten Mahlkörper 13 - ähnlich wie bei dem Rührorgan 27 - in zur Strömungsrichtung des Gutes entgegengesetzter Richtung ausgeworfen werden.

[0031] Schliesslich kann die Längswand der Mahlkammer noch zu sätzlich von einem zylindrischen Mantel umhüllt sein, der mit ihr zusammen einen im Querschnitt kreisringförmigen, Zwischenraum begrenzt, in den zum Kühlen oder Erwärmen des im Innenraum vorhandenen Gutes ein Kühl- oder Heizfluid eingeleitet werden kann.

Patentansprüche

1. Zum Fein- und Feinstmahlen eines Gutes dienende, kontinuierlich arbeitende Rührwerkskugelmühle mit einer zylindrischen oder konischen, zur Aufnahme von Mahlkörpern (13) dienenden Mahlkammer (1,21), einem am einen Ende (5,24) der Mahlkammer (1,21) angeordneten und in den Innenraum (7) der Mahlkammer (1,21) mündenden Gut-Einlass (8) und einem am anderen Ende (6,25) der Mahlkammer (1,21) angeordneten und aus dem Innenraum (7) herausführenden Gut-Auslass (9) sowie einem mehrere Rührorgane (12,27,30,36,43,44) aufweisenden und zur Kammerachse (3) koaxialen Rührwerk (10,26), wobei jedes Rührorgan (12,27,30,36,43,44) mindestens zwei zueinander parallele, kreisförmige Scheiben (12a,12b;27a,27b;32,33,43b,43c; 44b,44c) zum Bewegen der Mahlkörper (13) besitzt, dadurch gekennzeichnet, dass die Rührorgane Schaufelrad- oder propellerartig ausgebildet sind und mehrere Fördererlemente aufweisen, dass die beiden Schei-

ben (12a,12b;27a,27b;32,33,43b,43c;44b, 44c) beidseits der Fördererlemente angeordnet sind, dass mindestens eine der beiden Scheiben (12b, 27b) eine zentrale Öffnung (12d, 27d) aufweist, durch welche das aus den Mahlkörpern (13) und dem zu mahlenden Gut gebildete Gemisch hindurchströmen kann, und dass die Rührorgane (12,27,30,36,43,44) derart ausgebildet und bemessen sind, dass beim Betrieb der Rührwerkskugelmühle fortlaufend ein Teil des Gemisches über den Rand der die zentrale Öffnung aufweisenden Scheibe (12b, 27b,33,43b,44b,44c) radial nach innen zur zentralen Öffnung (12d,27d,33a) und von dort in den Zwischenraum zwischen den Scheiben (12a,12b;27a,27b;32,33,43b,43c;44b,44c) zurückströmt und dass dadurch eine gleichmässige axiale Verteilung der Mahlkörper im Innenraum (7) der Mahlkammer (1,21) erhalten bleibt.

2. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührorgan (12,27,43,44) mehrere, im Längsschnitt bogenförmige und sich in tangentialer Richtung zu den Scheibenränder erstreckende Schaufeln (12c,27c,40,43a,44a) aufweist, die mit den beiden Scheiben (12a,12b;27a,27b;43b, 43c;44b,44c) einen einstückigen Körper bilden.
3. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden kreisförmigen Scheiben (12a,12b) senkrecht zur Kammerachse (3) angeordnet sind.
4. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Gut-Einlass (8) zugewandte Scheibe (12b,27b) die zentrale Öffnung (12d,27d) aufweist.
5. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass beide Scheiben je eine zentrale Öffnung aufweisen.
6. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaufeln (12c,27c) senkrecht zu den beiden Scheiben (12a,12b; 27a,27b) stehen.
7. Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die der Kammerachse (3) abgewandte Aussenfläche der Schaufel mit der Innenfläche der dem Gut-Einlass zugewandten Scheibe einen spitzen Winkel bildet.
8. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rührorgan (36) mindestens drei Scheiben (37,38,39) aufweist, dass zwischen jeweils zwei Scheiben (37,38,38;39), mehrere im Längsschnitt bogenförmige und sich in

tangentialer Richtung zu den Scheibenränder erstreckende Schaufeln (40) angeordnet sind und dass die beiden äusseren Scheiben (37,39) je eine zentrale Öffnung (37a,39a) aufweisen.

9. Rührwerkskugelmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beidseits der Fördereremente eines Rührorganes angeordneten Scheiben (32,33) je ein zur Kammerachse koaxiales Loch (33a) aufweisen, durch das die Welle des Rührwerkes (26) hindurchführt und dass die Scheiben (32,33) wahlweise mittels Haltearmen (34) an der Innenwand der Mahlkammer (21) oder an der genannten Welle befestigt sind.

10. Verfahren zum Fein- und Feinstmahlen eines Gutes in einer Rührwerkskugelmühle nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Rührorgane (12,27,30,36,43,44) in der Richtung gedreht werden, die eine radiale Bewegung der Mahlkörper (13) nach aussen zur Folge hat, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeit, mit der die Mahlkörper (13) radial bewegt werden, grösser ist als die Geschwindigkeit, mit der das zu mahlende Gut durch die Mahlkammer (1,21) hindurchgeleitet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeit, mit der die Mahlkörper (13) radial bewegt werden, um etwa einen Faktor drei bis sieben grösser ist als die Geschwindigkeit, mit der das zu mahlende Gut durch die Mahlkammer (1,21) hindurchgeleitet wird.

Claims

1. Continuously operating agitator ball mill serving for the fine and ultrafine milling of a material and with a cylindrical or conical milling chamber (1, 21) serving for the reception of milling bodies (13), a material inlet (8) arranged at one end (5, 24) of the milling chamber (1, 21) and opening into the interior chamber (7) of the milling chamber (1, 21) and a material outlet (9) arranged at the other end (6, 25) of the milling chamber (1, 21) and leading out of the interior chamber (7) as well as a stirring mechanism (10, 26), which is co-axial with the chamber axis (3) and comprises several stirring organs (12, 27, 30, 36, 43, 44), wherein each stirring organ (12, 27, 30, 36, 43, 44) comprises at least two mutually parallel circular discs (12a, 12b; 27a, 27b; 32, 33, 43b, 43c; 44b, 44c) for moving the milling bodies (13), characterised thereby, that the stirring organs are constructed in the manner of bucket wheels or propellers and comprise several conveying elements, that the two discs (12a, 12b; 27a, 27b; 32, 33, 43b, 43c; 44b, 44c) are arranged at both sides of the conveying elements, that at least one of the

two discs (12b, 27b) has a central opening (12d, 27d) through which the mixture formed of the milling bodies (13) and the stock to be milled can flow and that the stirring organs (12, 27, 30, 36, 43, 44) are constructed and dimensioned in such a manner that, in operation of the agitator ball mill, a part of the mixture flows continuously over the rim of the disc (12b, 27b, 33, 43b, 44b, 44c) with the central opening radially inwards to the central opening (12d, 27d, 33a) and from there back into the gap between the discs (12a, 12b; 27a, 27b; 32, 33, 43b, 43c; 44b, 44c) and that a uniform axial distribution of the milling bodies in the interior space (7) of the milling chamber (1, 21) remains maintained thereby.

2. Agitator ball mill according to claim 1, characterised thereby, that the stirring organ (12, 27, 43, 44) comprises several vanes (12c, 27c, 40, 43a, 44a), which are arcuate in longitudinal section and extend towards the disc rims in tangential direction and which form an integral body with the two discs (12a, 12b; 27a, 27b; 43b, 43c, 44b, 44c).

3. Agitator ball mill according to claim 2, characterised thereby, that the two circular discs (12a,12b) are arranged perpendicularly to the chamber axis (3).

4. Agitator ball mill according to claim 2 or 3, characterised thereby, that the disc (12b, 27b) facing the material inlet (8) has the central opening (12d, 27d).

5. Agitator ball mill according to claim 2 or 3, characterised thereby, that the two discs each have a respective central opening.

6. Agitator ball mill according to one of the claims 2 to 5, characterised thereby, that the vanes (12c, 27c) stand perpendicularly to the two discs (12a, 12b; 27a, 27b).

7. Agitator ball mill according to one of the claims 2 to 5, characterised thereby, that outward surface of the vane, which is remote from the chamber axis (3), forms an acute angle with the inward surface of the disc facing the material inlet.

8. Agitator ball mill according to claim 1, characterised thereby, that the stirring organ (36) comprises at least three discs (37, 38, 39), that several vanes (40), which are arcuate in longitudinal section and extend towards the disc rims in tangential direction, are arranged between each two discs (37, 38; 38, 39) and that the two outer discs (37, 39) each have a respective central opening (37a, 39a).

9. Agitator ball mill according to claim 1, characterised thereby, that the discs (32, 33) arranged at both

sides of the conveying elements of a stirring organ each have a hole (33a), which is co-axial with the chamber axis and through which the shaft of the stirring mechanism (26) leads and that the discs (32, 33) are fastened by means of retaining arms 5 selectably at the inward wall of the milling chamber (21) or at the mentioned shaft.

10. Method for the fine and ultrafine milling of a material in an agitator ball mill according to one of claims 1 to 9, wherein the stirring organs (12, 27, 30, 36, 43, 44) are rotated in that direction which has the consequence of a radially outward movement of the milling bodies (13), characterised thereby, that the speed at which the milling bodies (13) are moved radially is greater than the speed at which the stock to be milled is led through the milling chamber (1, 21).
11. Method according to claim 10, characterised thereby, that the speed at which the milling bodies (13) are moved radially is greater by about a factor of three to seven than the speed at which the stock to be milled is led through the milling chamber (1, 21).

Revendications

1. Broyeur à billes et à mélangeur travaillant en continu, servant au broyage fin et très fin d'un produit, comportant une chambre de broyage (1, 21) cylindrique ou conique, servant à recevoir des corps de broyage (13), une entrée de produit (8) disposée à une extrémité (5, 24) de la chambre de broyage (1, 21) et débouchant dans l'espace intérieur (7) de la chambre de broyage (1, 21) et une sortie de produit (9) disposée à l'autre extrémité (6, 25) de la chambre de broyage (1, 21) et conduisant à l'extérieur de l'espace intérieur (7), ainsi qu'un mélangeur (10, 26) présentant plusieurs organes de mélange (12, 27, 30, 36, 43, 44) et coaxial à l'axe (3) de la chambre, chaque organe de mélange (12, 27, 30, 36, 43, 44) possédant au moins deux disques circulaires (12a, 12b; 27a, 27b; 32, 33, 43b, 43c; 44b, 44c) parallèles l'un à l'autre et servant mettre les corps de broyage (13) en mouvement, caractérisé en ce que les organes de mélange sont configurés en forme de roue à aubes ou d'hélice et présentent plusieurs éléments de transport, en ce que les deux disques (12a, 12b; 27a, 27b; 32, 33, 43b, 43c; 44b, 44c) sont disposés des deux côtés des éléments de transport, en ce qu'au moins l'un des deux disques (12b, 27b) présente une ouverture centrale (12d, 27d) par laquelle le mélange constitué par les corps de broyage (13) et le produit à broyer peut s'écouler, et en ce que les organes de mélange (12, 27, 30, 36, 43, 44) sont configurés et dimensionnés de telle sorte que lorsque le broyeur à billes et à 5
- mélangeur fonctionne, une partie du mélange s'écoule en permanence au-dessus du bord du disque (12b, 27b, 33, 43b, 44b, 44c) présentant une ouverture centrale, radialement vers l'intérieur en direction de l'ouverture centrale (12d, 27d, 33a) et de là revient dans l'espace intermédiaire situé entre les disques (12a, 12b; 27a, 27b; 32, 33, 43b, 43c; 44b, 44c), et en ce que de ce fait on maintient une répartition axiale régulière des corps de broyage dans l'espace intérieur (7) de la chambre de broyage (1, 21).
2. Broyeur à billes et à mélangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'organe de mélange (12, 27, 43, 44) présente plusieurs pales (12c, 27c, 40, 43a, 44a) de forme courbée en coupe longitudinale et s'étendant dans la direction tangentielle au bord des disques, et qui forment avec les deux disques (12a, 12b; 27a, 27b; 43b, 43c; 44b, 44c) un corps d'un seul tenant.
3. Broyeur à billes et à mélangeur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux disques circulaires (12a, 12b) sont disposés perpendiculairement à l'axe (3) de la chambre.
4. Broyeur à billes et à mélangeur selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le disque (12b, 27b) tourné vers l'entrée de matière (8) présente l'ouverture centrale (12d, 27d).
5. Broyeur à billes et à mélangeur selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les deux disques présentent chacun une ouverture centrale.
6. Broyeur à billes et à mélangeur selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les pales (12c, 27c) sont perpendiculaires aux disques (12a, 12b; 27a, 27b).
7. Broyeur à billes et à mélangeur selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la surface extérieure, non tournée vers l'axe (3) de la chambre, des pales forme un angle aigu avec la surface intérieure des disques tournés vers l'entrée de matière.
8. Broyeur à billes et à mélangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'organe de mélange (36) présente au moins trois disques (37, 38, 39), en ce qu'entre chaque paire de disques (37, 38; 38, 39) sont disposées plusieurs pales (40) de forme courbée en coupe longitudinale et s'étendant dans la direction tangentielle au bord des disques, et en ce que les deux disques extérieurs (37, 39) présentent chacun une ouverture centrale (37a, 39a).
9. Broyeur à billes et à mélangeur selon la revendica-

tion 1, caractérisé en ce que les disques (32, 33) disposés des deux côtés de l'élément de transport d'un organe de mélange présentent chacun un trou (33a) coaxial à l'axe de la chambre et par lequel passe l'arbre du mélangeur (26), et en ce que les disques (32, 33) sont fixés au choix au moyen de bras de maintien (34) à la paroi intérieure de la chambre de broyage (21) ou sur ledit arbre. 5

10. Procédé pour le broyage fin et très fin d'un produit dans un broyeur à billes et à mélangeur selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel les organes de mélange (12, 27, 30, 36, 43, 44) sont orientés dans une direction telle qu'il en résulte un déplacement radial des corps de broyage (13) vers l'extérieur, caractérisé en ce que la vitesse à laquelle les corps de broyage (13) sont déplacés radialement est supérieure à la vitesse à laquelle le produit à broyer traverse la chambre de broyage (1, 21). 10 15 20

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la vitesse à laquelle les corps de broyage (13) sont déplacés radialement est supérieure d'un facteur trois à sept à la vitesse à laquelle le produit à broyer traverse la chambre de broyage (1, 21). 25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

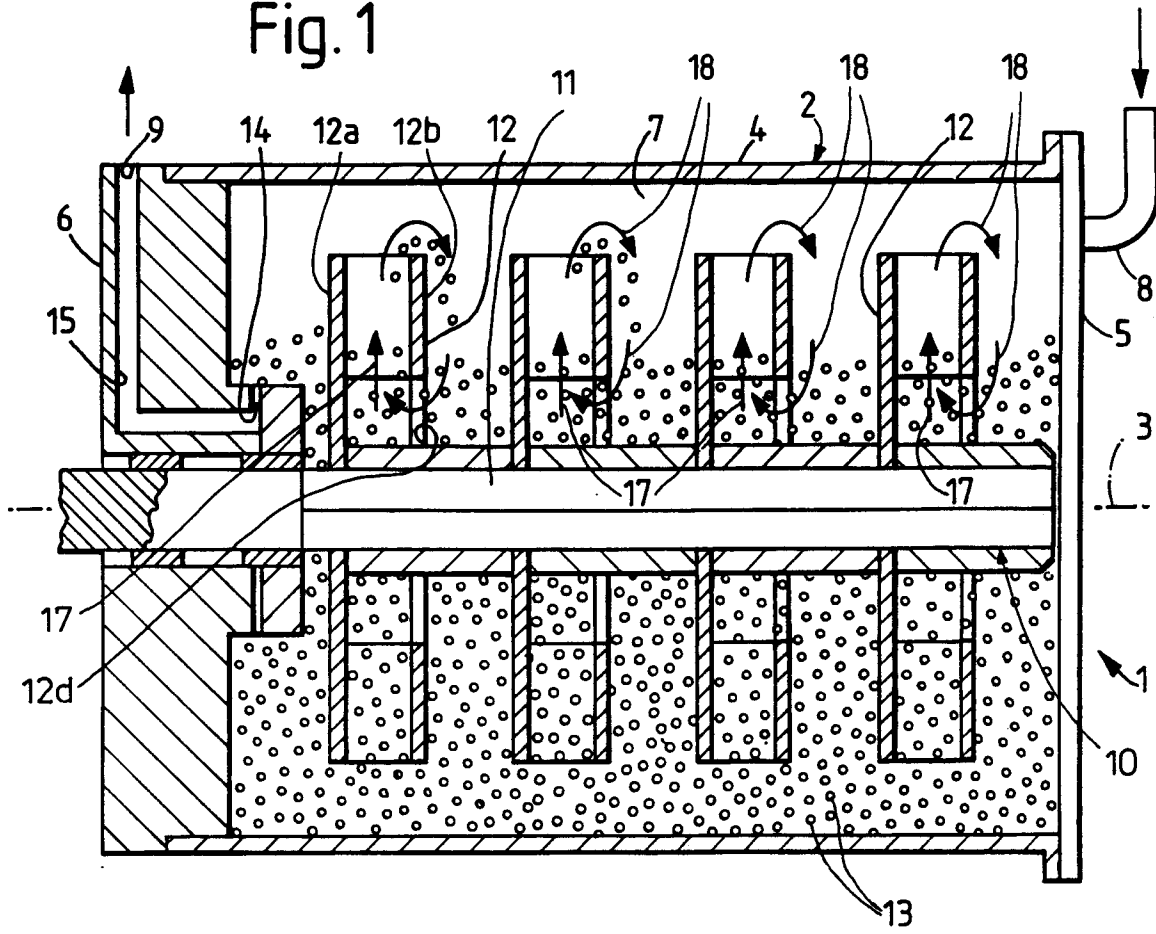


Fig. 2

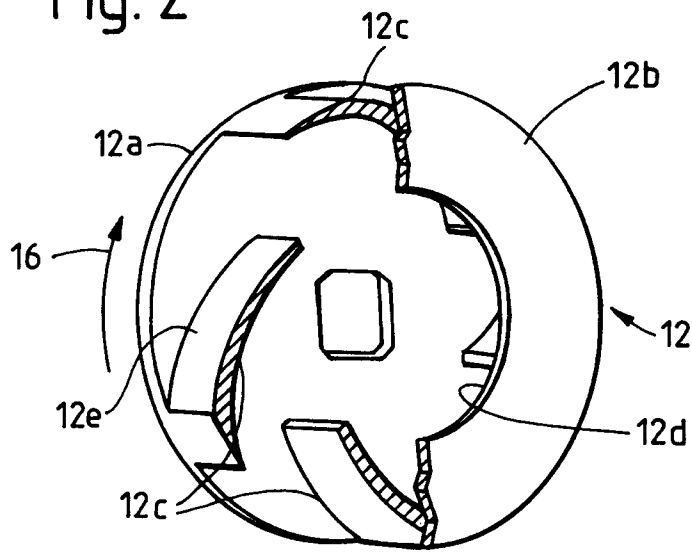


Fig. 3

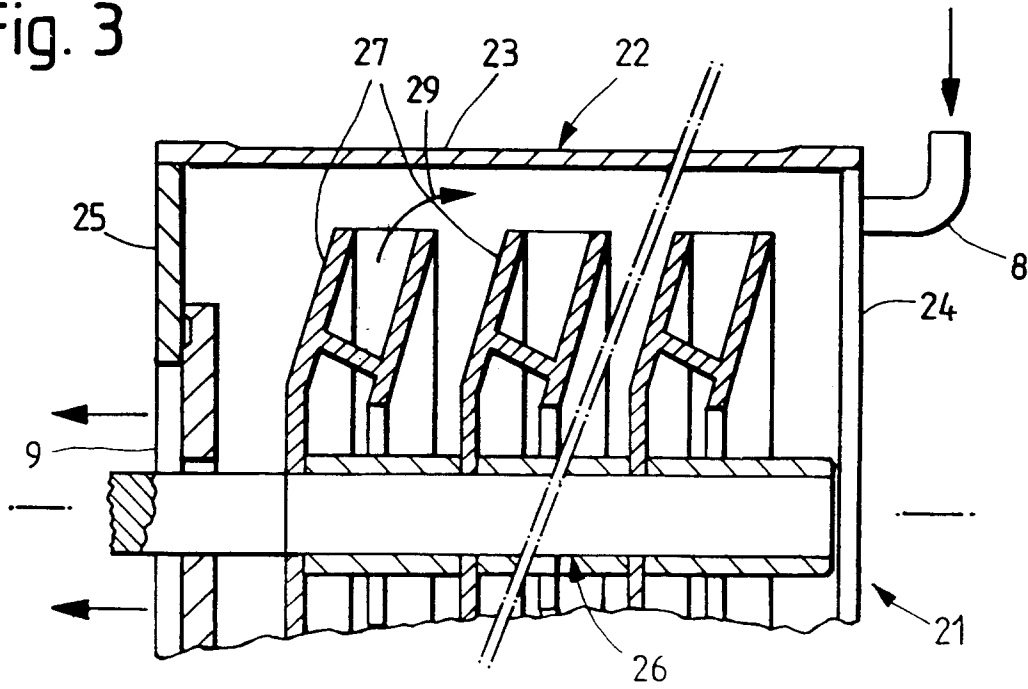


Fig. 4

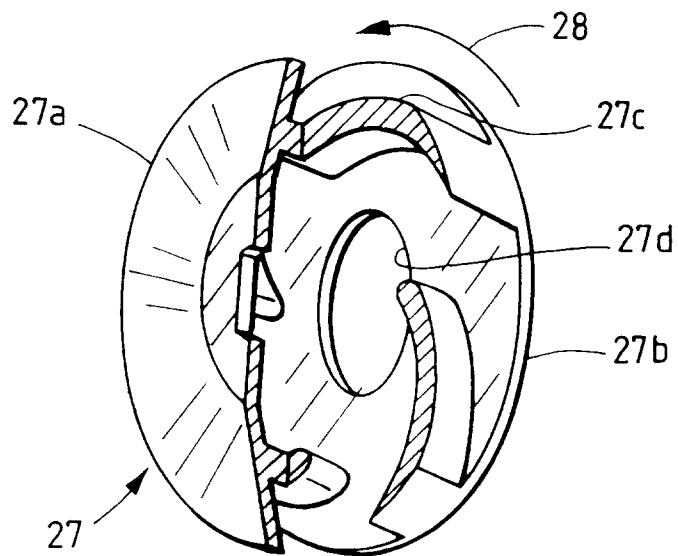


Fig. 5

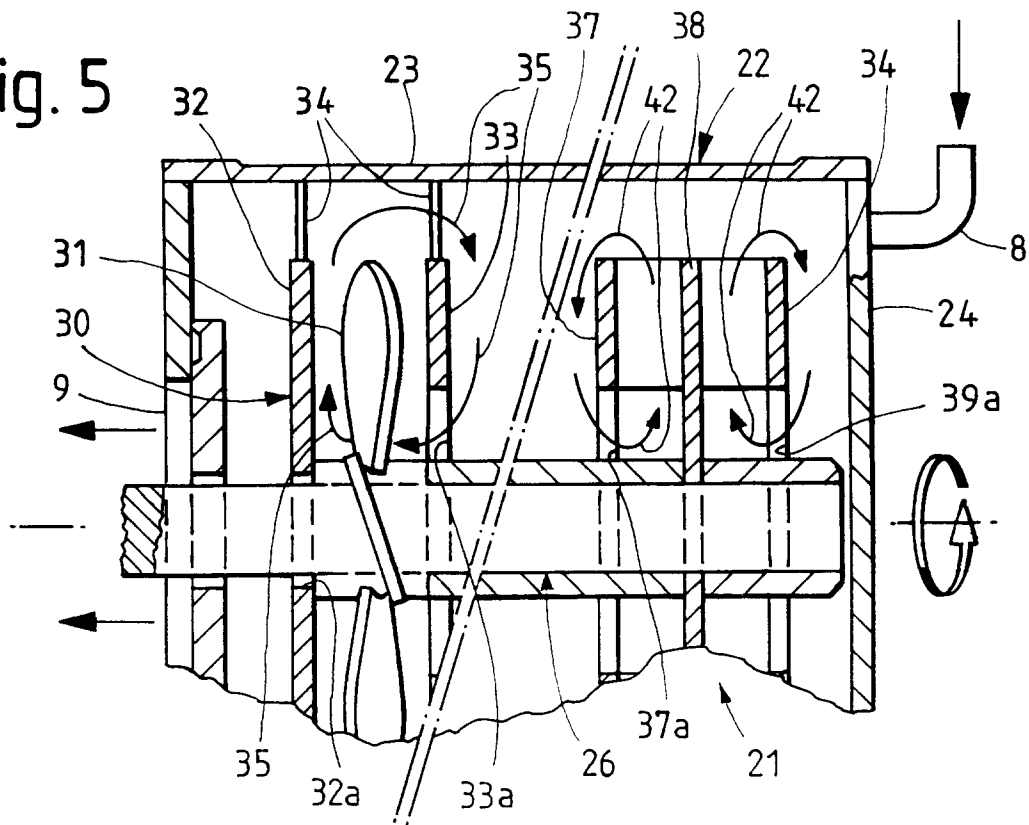


Fig. 6

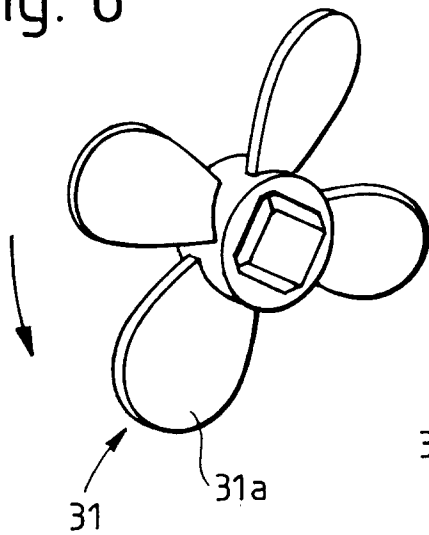


Fig. 7

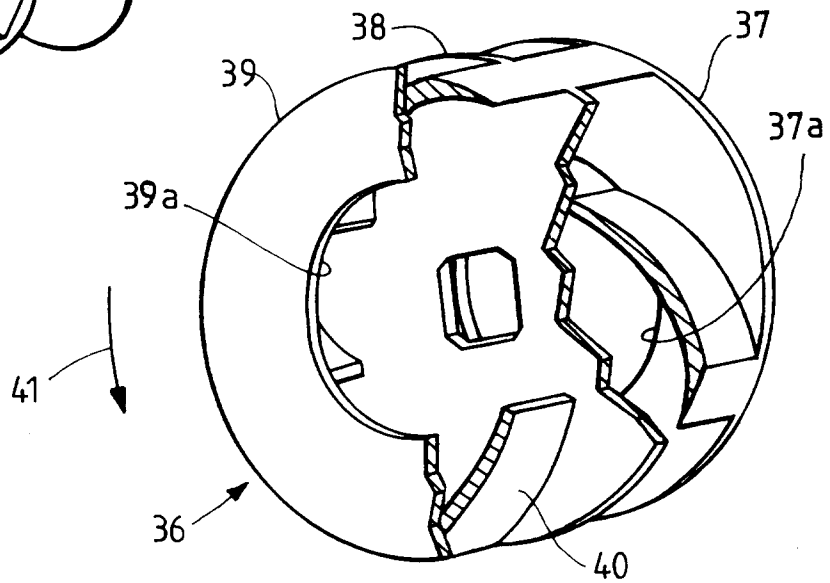


Fig. 8

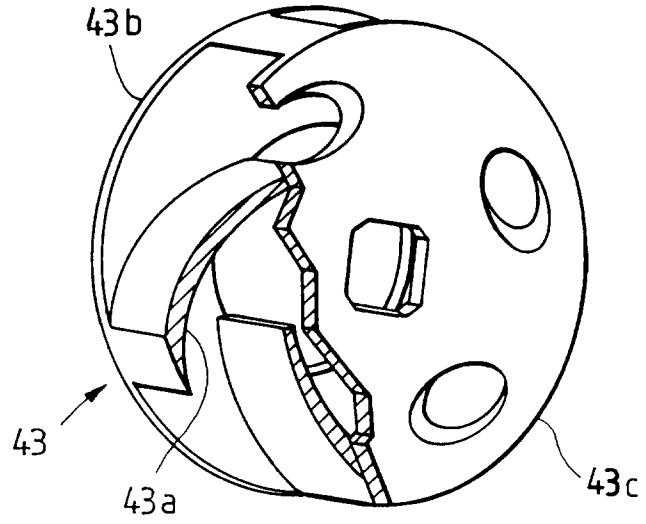


Fig. 9

