

(19)



(11)

EP 2 817 100 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.03.2016 Patentblatt 2016/13

(51) Int Cl.:
B02C 15/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13701064.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/051134

(22) Anmeldetag: **22.01.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/124106 (29.08.2013 Gazette 2013/35)

(54) **VERTIKALROLLENMÜHLE UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER VERTIKALROLLENMÜHLE**

VERTICAL ROLLER MILL AND METHOD FOR OPERATING A VERTICAL ROLLER MILL

MOULIN À CYLINDRES VERTICAUX ET PROCÉDÉ PERMETTANT DE FAIRE FONCTIONNER LEDIT MOULIN

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **24.02.2012 DE 102012101489**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.12.2014 Patentblatt 2015/01

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Industrial Solutions AG**
45143 Essen (DE)

(72) Erfinder: **BERGER, Markus**
59320 Ennigerloh (DE)

(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 702 854 DE-A1-102007 033 256

EP 2 817 100 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vertikalrollenmühle sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Vertikalrollenmühle, dessen Mahlaggregate, bestehend aus einem Mahlteller und wenigstens einer Mahlrolle, derart zusammenwirken, dass Mahlgut zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle zerkleinert wird, wobei wenigstens ein Mahlaggregat angetrieben und wenigstens ein Mahlaggregat geschleppt wird.

[0002] Für die Herstellung von pulverförmige Materialien für die Bindemittelindustrie werden zunehmend Vertikalrollenmühlen eingesetzt, die gegenüber anderen Mahlsystemen, wie z.B. Rohrmühlen, eine deutliche Energieeinsparung ermöglichen.

[0003] Aus der DE 10 2007 033 256 A1 ist eine Vertikalrollenmühle mit angetriebenen Mahlteller bekannt, wobei der Mahlteller über das Mahlbett die Mahlrollen antreibt. Dies führt jedoch zu starken Leistungsschwankungen und somit zu hohen Belastungen des Antriebsstranges, was entsprechend hohe Sicherheitsfaktoren im Antriebsstrang bedarf. Hingegen ist die Leistungsaufnahme und auch die Zerkleinerung auch starken Schwankungen unterworfen und nur bedingt über das Materialbett steuerbar.

[0004] Aus der DE 35 20 937 A1 ist weiterhin eine Wälzmühle mit einem um eine vertikale Achse drehbar gelagerten Tisch bekannt, der mit einer Ringnut in seiner Oberseite versehen ist und mit ballig ausgebildeten Mahlrollen zusammenwirkt, wobei sich zwischen dem balligen Umfangsteil der Mahlrollen und der Ringnut ein Spalt ausbildet, in dem Mahlgut zerdrückt und zermahlen wird.

[0005] Man hat daher in der DE 197 02 854 A1 bereits vorgeschlagen, die Mahlrollen anzutreiben. Dort wurde auch darauf hingewiesen, dass die einzelnen Mahlrollen einerseits über den Mahlteller und das darauf befindliche Mahlgut bzw. Mahlgutbett drehantriebsmäßig miteinander gekoppelt sind und andererseits aber stark unterschiedliche Leistungsaufnahmen haben können, die beispielsweise auf unterschiedliche Abrolldurchmesser auf dem Mahlteller (Abrollpunkt/Durchmesser), unterschiedliche Wirkdurchmesser der einzelnen Mahlrollen (z.B. durch Verschleiß) und auf ein unterschiedliches Einzugsverhalten des Mahlgutes im Zusammenwirken auf Mahlteller und Mahlrolle zurückzuführen sind.

[0006] Bereits geringe Drehzahländerung zwischen einzelnen Mahlrollen bewirken bei den einzelnen Antrieben relativ hohe Leistungsschwankungen. Dies kann dazu führen, dass die Mahlrollen teilweise beschleunigt und verzögert werden, sodass die einzeln angetriebenen Mahlrollen gegeneinander arbeiten, was während des Zerkleinerungsbetriebes zu einem deutlich erhöhten Kraft- bzw. Energiebedarf führt.

[0007] In der DE 197 02 854 A1 wurde daher vorgeschlagen, dass die Betriebsschwankungen zwischen den einzelnen Drehantrieben aller angetriebenen Mahlrollen durch eine gemeinsame Leistungsausgleichsre-

gelung ausgeglichen werden.

[0008] Der mit Vertikalrollen erreichbare Feinstanteil des zu mahlenden Gutes ist allerdings geringer als bei anderen Mahlsystemen, wie z.B. Rohrmühlen ist, was sich bei der Herstellung von Bindemitteln ungünstig auf die Bindemittelleigenschaften auswirken kann.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Vertikalrollenmühle und das Verfahren zum Betreiben der Vertikalrollenmühle dahingehend zu verbessern, dass der Feinstanteil je Mahlwerkzeugkontakt (Zerkleinerungsfortschritt während der Beanspruchung im Mahlbett zwischen Mahlrolle und Mahlteller) erhöht wird.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 10 gelöst.

[0011] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Vertikalrollenmühle wirken dessen Mahlaggregate, bestehend aus einem Mahlteller und wenigstens einer Mahlrolle, derart zusammen, dass Mahlgut im Mahlbett zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle zerkleinert wird, wobei wenigstens ein Mahlaggregat angetrieben und wenigstens ein Mahlaggregat geschleppt wird, und das geschleppte Mahlaggregat zur Erhöhung des Energieflusses durch das Mahlbett zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle gebremst wird.

[0012] Die erfindungsgemäße Vertikalrollenmühle weist wenigstens ein angetriebenes und wenigstens ein geschlepptes Mahlaggregat auf, wobei die Mahlaggregate durch einen Mahlteller und wenigstens eine Mahlrolle gebildet werden, die derart zusammenwirken, dass Mahlgut im Mahlbett zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle zerkleinert wird. Das geschleppte Mahlaggregat wirkt außerdem zu Erhöhung des Energieflusses durch das Mahlbett zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle mit einer Bremseinrichtung zum Bremsen des geschleppten Mahlaggregats zusammen.

[0013] Das geschleppte Mahlaggregats wird nicht durch einen Antrieb angetrieben, sondern lediglich über das Mahlgut in Drehung versetzt.

[0014] Die Erhöhung des Energieflusses durch das Mahlbett resultiert in einer Erhöhung des Schlupfes zwischen Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle, was im Folgenden anhand der Figuren 1 bis 3 näher erläutert wird. Dort sind ein Mahlteller 1, eine Mahlrolle 2 und das Mahlbett 3 schematisch dargestellt. Der Kraftangriffspunkt der Mahlrolle 2 auf dem Mahlbett 3 ist mit dem Bezugszeichen 4 gekennzeichnet. Der Schlupf wird durch die Differenzgeschwindigkeit Δv_s zwischen der Umfangsgeschwindigkeit der Mahlrolle 2 im Kraftangriffspunkt 4 und der Umfangsgeschwindigkeit des Mahltellers 1 im senkrecht nach unten auf den Mahlteller 1 projizierten Kraftangriffspunkt (Radius R_K) definiert.

[0015] Fig. 2 zeigt ein Beispiel mit angetriebener Mahlrolle 2 und geschlepptem Mahlteller 1 im Bereich des Kraftangriffspunktes 4. Dabei ist klar ersichtlich, dass die obere, mit der Mahlrolle 2 in Kontakt kommende Schicht

des Mahlbettes 3 eine höhere Geschwindigkeit als die mit dem geschleppten Mahlteller 1 in Kontakt stehende untere Schicht aufweist. Die Differenz zwischen der größten und der kleinsten Geschwindigkeit wird als Schlupf Δv_{S1} bezeichnet.

[0016] In Fig. 3 wird der geschleppte Mahlteller 1 zusätzlich gebremst. Während die Geschwindigkeit der obersten Schicht des Mahlbettes 3 im Wesentlichen unverändert bleibt, wird die Geschwindigkeit der mit dem Mahlteller 1 in Kontakt stehenden unteren Schicht verringert. Dementsprechend ist der Schlupf Δv_{S2} in Fig. 3 größer als der Schlupf Δv_{S1} in der Situation gemäß Fig. 2. Wird die Mahltellergeschwindigkeit hingegen durch eine Regelung beeinflusst (z.B. konstante Geschwindigkeit), so erhöht sich die Geschwindigkeit der mit der Mahlrolle 2 in Kontakt stehende Schicht.

[0017] Der sich einstellende Schlupf Δv_{S1} der Fig. 2 hängt im Wesentlichen von der über die Mahlrolle auf das Mahlbett ausgeübten Normalkraft, dem Mahlbett 3 der Geometrie von Mahlrollen und Mahlteller sowie dem übertragenen Moment ab. Durch das gezielte Bremsen eines Mahlaggregats (Energieflusserhöhung durch das Mahlbett), hier dem Bremsen des Mahltellers 1 in Fig. 3, erhöht sich bei gleicher Normalkraft der Schlupf Δv_{S2} , wobei es zu einer erhöhten Scherbelastung im Mahlbett 3 kommt. Dies wiederum wirkt sich unmittelbar auf einen höheren Feinstanteil pro Durchlauf aus.

[0018] Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Die Erhöhung des Energieflusses durch das Mahlbett kann auf verschiedene Art und Weise realisiert werden. So kann beispielsweise eine Mahlrolle angetrieben und der Mahlteller gebremst werden oder wenigstens der Mahlteller angetrieben und wenigstens eine Mahlrolle gebremst werden. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird beim Bremsen des einen Mahlaggregats Energie erzeugt, die zum Antreiben des anderen Mahlaggregats genutzt wird. Durch die Rückspeisung der Bremsenergie steigt der Energieverbrauch des Gesamtsystems daher nur geringfügig an, während die Mahleffizienz bei einer gewünschten Zielfeinheit hingegen deutlich zunimmt.

[0020] Des Weiteren kann vorgesehen werden, dass zur Regelung des Energieflusses durch das Mahlbett der Schlupf zwischen dem Mahlteller und der wenigstens eine Mahlrolle in einem vorgegebenen Bereich geregelt wird. Hierzu kann insbesondere die Umdrehungsgeschwindigkeit des gebremsten Mahlaggregats ermittelt und zur Regelung verwendet werden. Des Weiteren ist es denkbar, dass der Schlupf zwischen dem Mahlteller und wenigstens einer Mahlrolle in Abhängigkeit des Feinstanteils des zerkleinerten Mahlguts geregelt wird.

[0021] Bei den die Erfindung zugrundeliegenden Versuchen hat sich gezeigt, dass das gebremste Mahlaggregat gegenüber dem angetriebenen Mahlaggregat zweckmäßigerweise so gebremst wird, dass der Schlupf zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle in einem Bereich von 3-10% geregelt wird. Weiterhin

kann das gebremste Aggregat gegenüber dem angetriebenen Mahlaggregat derart gebremst werden, dass sich der Schlupf zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle gegenüber einem ungebremsten und lediglich geschleppten Mahlaggregat um 15-100% erhöht.

[0022] Bei der körperlichen Ausgestaltung der Vertikalrollenmühle kann das wenigstens eine angetriebene Mahlaggregat durch wenigstens eine Mahlrolle gebildet werden, die mit einem Mahlrollenantrieb zusammenwirkt und das wenigstens eine geschleppte Mahlaggregat kann durch den Mahlteller gebildet werden, der mit einer Bremseinrichtung zusammenwirkt. Es wäre aber auch denkbar, dass das wenigstens eine angetriebene Mahlaggregat durch den Mahlteller gebildet wird, der mit einem Mahltellerantrieb zusammenwirkt und das wenigstens eine geschleppte Mahlaggregat durch wenigstens eine Mahlrolle gebildet wird, die mit der Bremseinrichtung zusammenwirkt. Die Bremseinwirkung kann insbesondere durch einen Generator gebildet werden.

[0023] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung werden im Folgenden anhand der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung näher erläutert.

[0024] In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Detailansicht der Vertikalrollenmühle zur Erläuterung des Kraftangriffspunktes,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Schlupfes bei angetriebener Mahlrolle und geschlepptem Mahlteller,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Schlupfes bei angetriebener Mahlrolle und gebremstem Mahlteller,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Vertikalrollenmühle mit angetriebenen Mahlrollen und gebremstem Mahlteller,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Vertikalrollenmühle mit angetriebenem Mahlteller und einer angetriebenen und einer gebremsten Mahlrolle,

Fig. 6 eine schematische Darstellung des Schlupfes bei angetriebenem Mahlteller und geschleppter Mahlrolle,

Fig. 7 eine schematische Darstellung des Schlupfes bei angetriebenem Mahlteller und gebremster Mahlrolle,

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Vertikalrollenmühle mit angetriebenem Mahlteller und einer gebremsten und einer geschleppten Mahlrolle und

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Vertikalrollenmühle mit gebremstem Mahlteller und einer gebremsten und einer angetriebenen Mahlrolle.

[0025] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 werden zwei Mahlrollen 2, 5 über zugehörige Mahlrollenantriebe 6, 7 angetrieben. Der Mahlteller 1 wird über das Mahlbett 3 geschleppt und steht mit einer Bremseinrichtung 8 zur Regelung des Schlupfes zwischen dem Mahlteller 1 und den Mahlrollen 2, 5 in Wirkverbindung. Weiterhin ist eine Regeleinrichtung 9 vorgesehen, die mit den Mahlrollenantrieben 6, 7 und der Bremseinrichtung 8 in Verbindung steht. Der tatsächlich vorhandene Schlupf kann beispielsweise über Sensoren, insbesondere Sensoren zum Erfassung der Umdrehungsgeschwindigkeiten von Mahlteller 1 und ggf. den Mahlrollen 2, 5, ermittelt werden.

[0026] Die Bremseinrichtung 8 ist hier als Generator ausgebildet, um beim Abbremsen des Mahltellers 1 Energie zu erzeugen, die für die Mahlrollenantriebe 6 und/oder 7 über einen gemeinsamen Energiezwischenspeicher 14 verwendet werden kann.

[0027] Wird der Mahlteller 1 gemäß Fig. 4 nicht zusätzlich gebremst, würde sich ein Schlupf Δv_{S1} gemäß Fig. 2 einstellen. Wird der Mahlteller 1 zusätzlich über die Bremseinrichtung 8 abgebremst, erhöht sich gemäß Fig. 3 der Schlupf auf Δv_{S2} . Dadurch wird eine erhöhte Scherbelastung innerhalb des Mahlbettes 3 erzeugt, da sich die Differenzgeschwindigkeit innerhalb des Mahlbettes vergrößert. Die zusätzliche Scherbelastung bewirkt einen höheren Feinstanteil pro Durchlauf. Man kann sich daher eine Regelung des Schlupfes auch in Abhängigkeit des Feinstanteils des zerkleinerten Mahlguts vorstellen. Hierzu würde man den Feinstanteil im zerkleinerten Mahlgut ermitteln und zur Regelung heranziehen.

[0028] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 wird der Mahlteller 1 über einen Mahltellerantrieb 11 angetrieben. Weiterhin wird die Mahlrolle 2 über den Mahlrollenantrieb 6 angetrieben. Eine Mahlrolle 12 wird hingegen über eine Bremseinrichtung 10 abgebremst. Auch hier kann die dabei entstehende Bremsenergie zum Antrieb der Mahlrolle 2 und/oder des Mahltellers 1 verwendet werden. Der Schlupf zwischen Mahlrolle 12 und Mahlteller 1 kann wieder über die Regeleinrichtung 9 in einem vorgegebenen Bereich geregelt werden. Die Variante gemäß Fig. 5 hat den Vorteil einer größeren Flexibilität der Mühle, wobei insbesondere ein höherer Feingutanteil mit einem gesteigerten Durchsatz realisiert werden kann.

[0029] In Fig. 6 und Fig. 7 ist die Situation des Schlupfes zwischen einer lediglich geschleppten bzw. gebremsten Mahlrolle und einem angetriebenen Mahlteller dargestellt, wobei die Mahlrolle 13 in Fig. 6 lediglich geschleppt und die Mahlrolle 12 in Fig. 7 zusätzlich gebremst wird. Auch hier ist ersichtlich, dass durch das zusätzliche Bremsen der Mahlrolle 12 der Schlupf zwischen Mahlrolle 12 und Mahlteller 1 bzw. die Scherbelastung innerhalb des Mahlbettes 3 wiederum erhöht wird (Δv_{S3}

$< \Delta v_{S4}$).

[0030] In Fig. 8 wird ein über einen Mahltellerantrieb 11 angetriebener Mahlteller 1 mit einer über einen Bremsenrichtung 10 gebremsten Mahlrolle 12 und einer lediglich geschleppten Mahlrolle 13 kombiniert. Die Einstellung des Schlupfes zwischen der gebremsten Mahlrolle 12 und dem Mahlteller 1 erfolgt wiederum über die Regeleinrichtung 9. Auch die beim Bremsvorgang gewonnene Energie kann zum Antrieb des Mahltellers 1 genutzt werden. Der sich so ergebende Schlupf im Bereich der Mahlrollen 12 und 13 ist ebenfalls aus den Fig. 6 und 7 ersichtlich.

[0031] In Fig. 9 ist schließlich ein Ausführungsbeispiel dargestellt, wo ein gebremster Mahlteller 1 mit einer angetriebenen Mahlrolle 2 und einer gebremsten Mahlrolle 12 kombiniert ist.

[0032] Zweckmäßigerweise werden Mahltellerantrieb 11 und Bremseinrichtung 10 des Mahltellers durch ein Aggregat verwirklicht, das wahlweise Antrieben oder Bremsen kann. Auch die Mahlrollenantriebe 6 bzw. 7 und die Bremseinrichtung 12 können durch ein Aggregat gebildet werden, das beide Aufgabenstellungen verwirklichen kann.

[0033] Bei allen dargestellten Varianten können selbstverständlich auch mehr als zwei Mahlrollen vorgesehen werden, wobei jede der zusätzlichen Mahlrollen entweder angetrieben, gebremst oder lediglich geschleppt sein können.

[0034] Bei den der Erfindung zugrundeliegenden Versuchen hat sich gezeigt, dass ein Schlupf zwischen einem angetriebenen und einem gebremsten Mahlaggregat zweckmäßigerweise in einem Bereich von 3-10% zu regeln ist, um einerseits den Feinstanteil deutlich zu erhöhen und andererseits den zusätzlichen Energieaufwand in einem vertretbaren Rahmen zu halten. Dies bedeutet, dass die Geschwindigkeit des Mahlbettes im Kontaktbereich des angetriebenen Mahlaggregats um 3-10% höher als die Geschwindigkeit des Mahlbettes im Kontaktbereich des gebremsten Mahlaggregats ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Vertikalrollenmühle, dessen Mahlaggregate, bestehend aus einem Mahlteller (1) und wenigstens einer Mahlrolle (2, 5, 12, 13), derart zusammenwirken, dass Mahlgut im Mahlbett zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12, 13) zerkleinert wird, wobei wenigstens ein Mahlaggregat angetrieben und wenigstens ein Mahlaggregat geschleppt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das geschleppte Mahlaggregat zur Erhöhung des Energieflusses durch das Mahlbett zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle gebremst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Mahlrolle (2, 5) an-

getrieben und der Mahlteller (1) gebremst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens der Mahlteller (1) angetrieben und wenigstens eine Mahlrolle (12) gebremst wird. 5
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Bremsen des einen Mahlaggregats Energie erzeugt wird, die zum Antreiben des anderen Mahlaggregats genutzt wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Energiefluss durch das Mahlbett über einen sich zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) einstellenden Schlupf (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) in einem vorgegebenen Bereich geregelt wird. 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Regelung des Schlupfes (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) die Umdrehungsgeschwindigkeit des gebremsten Mahlaggregats ermittelt wird. 20
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gebremste Mahlaggregat gegenüber dem angetriebenen Mahlaggregat derart gebremst wird, dass der Schlupf (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) in einem Bereich von 3 bis 10% geregelt wird. 30
8. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlupf (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) in Abhängigkeit des Feinstanteils des zerkleinerten Mahlguts geregelt wird. 35
9. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gebremste Mahlaggregat gegenüber dem angetriebenen Mahlaggregat derart gebremst wird, dass sich der Schlupf (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) gegenüber einem ungebremsten und lediglich geschleppten Mahlaggregat um 15 bis 100% erhöht. 40
10. Vertikalrollenmühle mit wenigstens einem angetriebenen und wenigstens einem geschleppten Mahlaggregaten, die durch einen Mahlteller (1) und wenigstens eine Mahlrolle (2, 5, 12, 13) gebildet werden, die derart zusammenwirken, dass Mahlgut im Mahlbett zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12, 13) zerkleinert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das geschleppte Mahlaggregat zur Erhöhung des Energieflusses 50

durch das Mahlbett zwischen dem Mahlteller (1) und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) mit einer Bremseinrichtung (8, 10) zum Bremsen des geschleppten Mahlaggregats zusammenwirkt.

11. Vertikalrollenmühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine angetriebene Mahlaggregat durch wenigstens eine Mahlrolle (2, 5) gebildet wird, die mit einem Mahlrollenantrieb (6, 7) zusammenwirkt und das wenigstens eine geschleppte Mahlaggregat durch den Mahlteller (1) gebildet wird, der mit der Bremseinrichtung (8) zusammenwirkt.
12. Vertikalrollenmühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine angetriebene Mahlaggregat durch den Mahlteller (1) gebildet wird, der mit einem Mahltellerantrieb (11) zusammenwirkt und das wenigstens eine geschleppte Mahlaggregat durch wenigstens eine Mahlrolle (12) gebildet wird, die mit der Bremseinrichtung (10) zusammenwirkt.
13. Vertikalrollenmühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bremseinrichtung (8, 10) durch einen Generator gebildet wird. 25
14. Vertikalrollenmühle nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Regeleinrichtung (9) zur Regelung eines Schlupfes zwischen dem Mahlteller und der wenigstens einen Mahlrolle (2, 5, 12) in einem vorgegebenen Bereich vorgesehen ist. 30

Claims

1. Method for operating a vertical roller mill of which the grinding assemblies, which are composed of a grinding plate (1) and at least one grinding roller (2, 5, 12, 13), interact in such a manner that material to be ground is comminuted in the grinding bed between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12, 13), wherein at least one grinding assembly is driven and at least one grinding assembly is trailed, **characterized in that**, for increasing the flow of energy through the grinding bed between the grinding plate and the at least one grinding roller, the trailed grinding assembly is braked.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** at least one grinding roller (2, 5) is driven and the grinding plate (1) is braked.
3. Method according to Claim 1, **characterized in that** at least the grinding plate (1) is driven and at least one grinding roller (12) is braked. 55

4. Method according to Claim 1, **characterized in that**, during braking of one grinding assembly, energy which is used for driving the other grinding assembly is generated.
5. Method according to Claim 1, **characterized in that** the flow of energy through the grinding bed is regulated in a prespecified range by slippage (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) which arises between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12).
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** for regulating slippage (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12) the rotational speed of the braked grinding assembly is determined.
7. Method according to Claim 5, **characterized in that** the braked grinding assembly is braked in such a manner in relation to the driven grinding assembly that slippage (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12) is regulated in a range of 3 to 10%.
8. Method according to Claim 5, **characterized in that** slippage (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12) is regulated depending on the fines content of the comminuted material to be ground.
9. Method according to Claim 5, **characterized in that** the braked grinding assembly is braked in such a manner in relation to the driven grinding assembly that slippage (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12), in relation to an unbraked and merely trailed grinding assembly, is increased by 15 to 100%.
10. Vertical roller mill having at least one driven and at least one trailed grinding assembly which are formed by a grinding plate (1) and at least one grinding roller (2, 5, 12, 13) which interact in such a manner that material to be ground is comminuted in the grinding bed between the grinding plate and the at least one grinding roller (2, 5, 12, 13), **characterized in that**, for increasing the flow of energy through the grinding bed between the grinding plate (1) and the at least one grinding roller (2, 5, 12), the trailed grinding assembly interacts with a brake unit (8, 10) for braking the trailed grinding assembly.
11. Vertical roller mill according to Claim 10, **characterized in that** the at least one driven grinding assembly is formed by at least one grinding roller (2, 5) which interacts with a grinding-roller drive (6, 7) and the at least one trailed grinding assembly is formed by the grinding plate (1) which interacts with the brake unit

(8).

12. Vertical roller mill according to Claim 10, **characterized in that** the at least one driven grinding assembly is formed by the grinding plate (1) which interacts with a grinding-plate drive (11) and the at least one trailed grinding assembly is formed by at least one grinding roller (12) which interacts with the brake unit (10).
13. Vertical roller mill according to Claim 10, **characterized in that** the brake unit (8, 10) is formed by a generator.
14. Vertical roller mill according to Claim 10, **characterized in that** a regulator unit (9) for regulating slippage between the grinding plate and the at least one grinding roller (2, 5, 12) in a prespecified range is provided.

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un moulin à cylindres verticaux, dont les ensembles de broyage, se composant d'un plateau de broyage (1) et d'au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12, 13), coopèrent de telle manière que la matière à broyer soit broyée dans le lit de broyage entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12, 13), dans lequel au moins un ensemble de broyage est entraîné et au moins un ensemble de broyage est remorqué, **caractérisé en ce que** l'on freine l'ensemble de broyage remorqué pour augmenter le flux d'énergie à travers le lit de broyage entre le plateau de broyage et ledit au moins un cylindre de broyage.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on entraîne au moins un cylindre de broyage (2, 5) et on freine le plateau de broyage (1).
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on entraîne au moins le plateau de broyage (1) et on freine au moins un cylindre de broyage (12).
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on produit, lors du freinage dudit au moins un ensemble de broyage, de l'énergie qui est utilisée pour l'entraînement de l'autre ensemble de broyage.
5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on régule le flux d'énergie à travers le lit de broyage dans une plage prédéterminée au moyen d'un glissement (Δv_{S2} Δv_{S4}) s'établissant entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins cylindre de broyage (2, 5, 12).
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, pour la régulation du glissement (Δv_{S2} ; Δv_{S4})

entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12), on détermine la vitesse de rotation de l'ensemble de broyage freiné.

7. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'on freine l'ensemble de broyage freiné par rapport à l'ensemble de broyage entraîné de telle manière que le glissement (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12) soit régulé dans une plage de 3 à 10 %. 10
8. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'on régule le glissement (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12) en fonction de la proportion de matières très fines dans la matière à broyer concassée. 15
9. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'on freine l'ensemble de broyage freiné par rapport à l'ensemble de broyage entraîné, de telle manière que le glissement (Δv_{S2} ; Δv_{S4}) entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12) soit augmenté de 15 à 100 % par rapport à un ensemble de broyage non freiné et uniquement remorqué. 20 25
10. Moulin à cylindres verticaux avec au moins un ensemble de broyage entraîné et au moins un ensemble de broyage remorqué, qui sont formés par un plateau de broyage (1) et au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12, 13), qui coopèrent de telle manière que la matière à broyer soit concassée dans le lit de broyage entre le plateau de broyage et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12, 13), **caractérisé en ce que** l'ensemble de broyage remorqué coopère avec un dispositif de freinage (8, 10) destiné à freiner l'ensemble de broyage remorqué pour augmenter le flux d'énergie à travers le lit de broyage entre le plateau de broyage (1) et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12). 30 35 40
11. Moulin à cylindres verticaux selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** ledit au moins un ensemble de broyage entraîné est formé par au moins un cylindre de broyage (2, 5), qui coopère avec un entraînement de cylindre de broyage (6, 7) et ledit au moins un ensemble de broyage remorqué est formé par le plateau de broyage (1), qui coopère avec le dispositif de freinage (8). 45 50
12. Moulin à cylindres verticaux selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** ledit au moins un ensemble de broyage entraîné est formé par le plateau de broyage (1), qui coopère avec un entraînement de plateau de broyage (11), et ledit au moins un ensemble de broyage remorqué est formé par au moins un cylindre de broyage (12), qui coopère avec le dispo- 55

sitif de freinage (10).

13. Moulin à cylindres verticaux selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de freinage (8, 10) est formé par un générateur.
14. Moulin à cylindres verticaux selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un dispositif de régulation (9) pour la régulation d'un glissement entre le plateau de broyage et ledit au moins un cylindre de broyage (2, 5, 12) dans une plage prédéterminée.

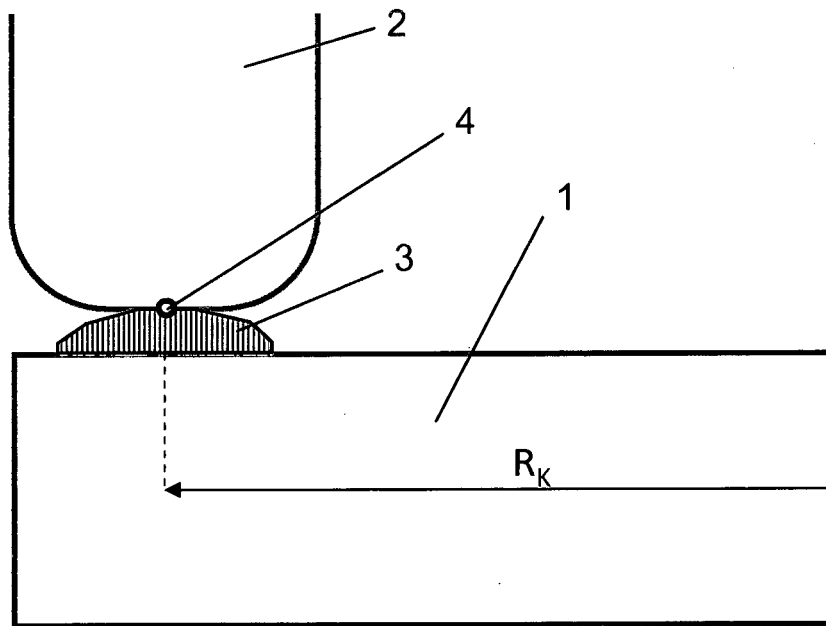


Fig. 1

Fig. 2

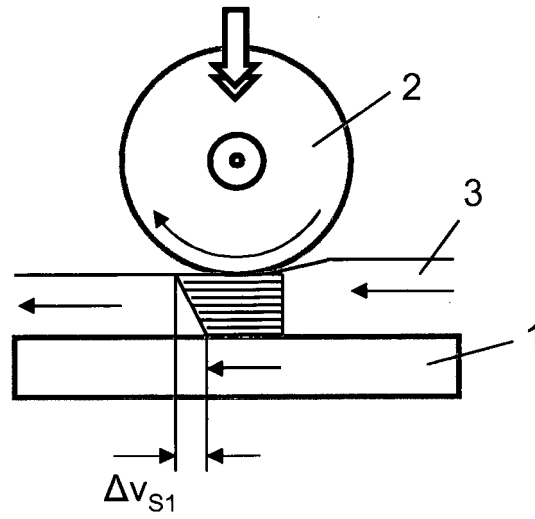
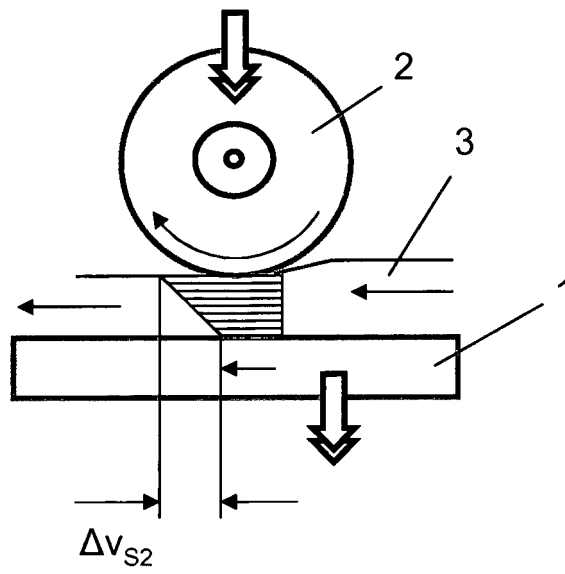


Fig. 3



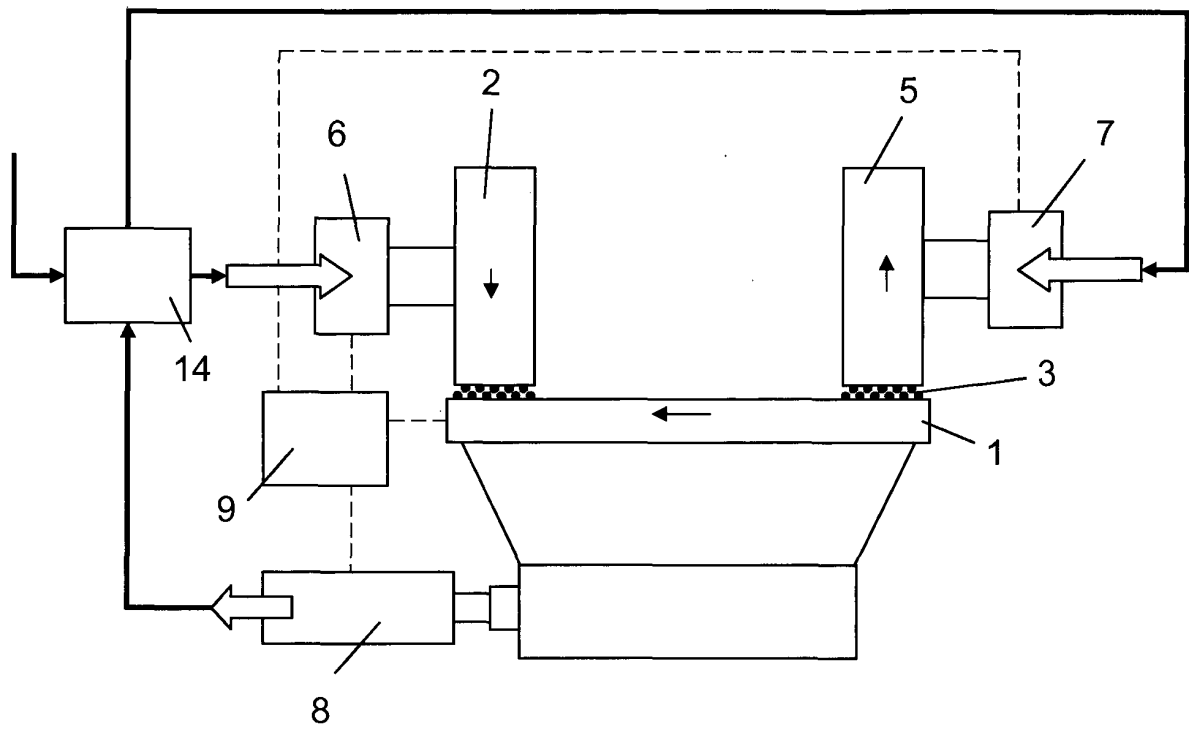


Fig. 4

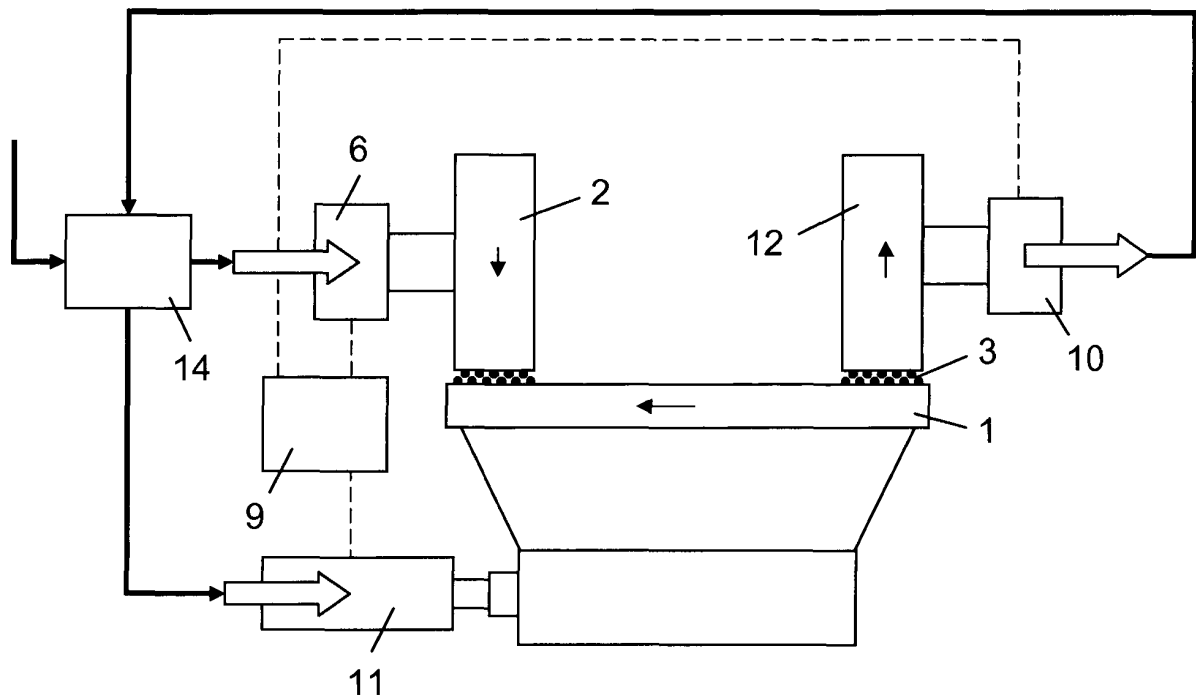


Fig. 5

Fig. 6

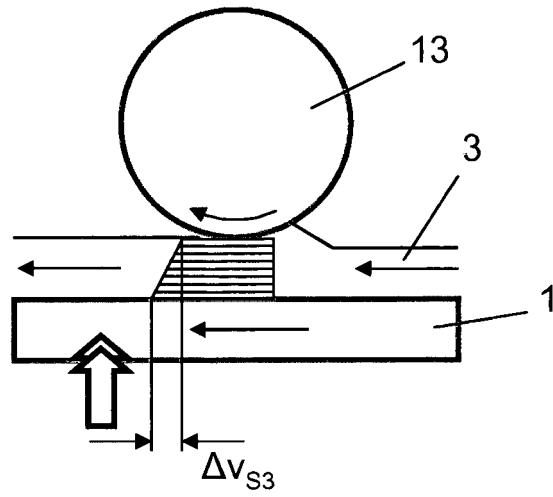
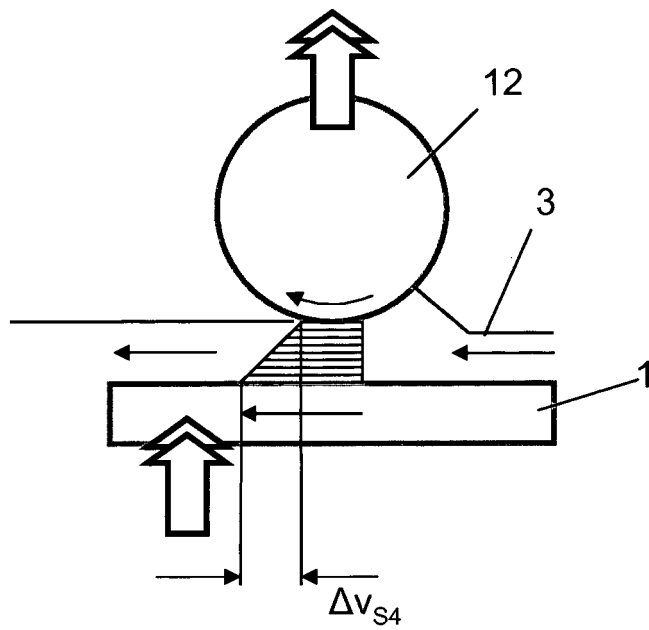


Fig. 7



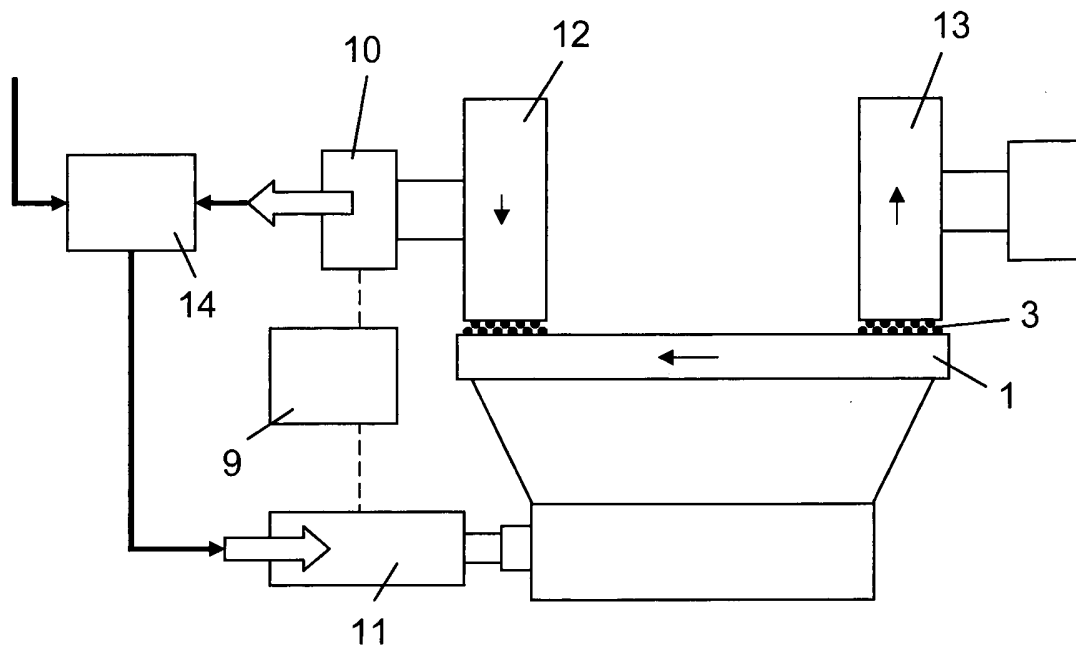


Fig. 8

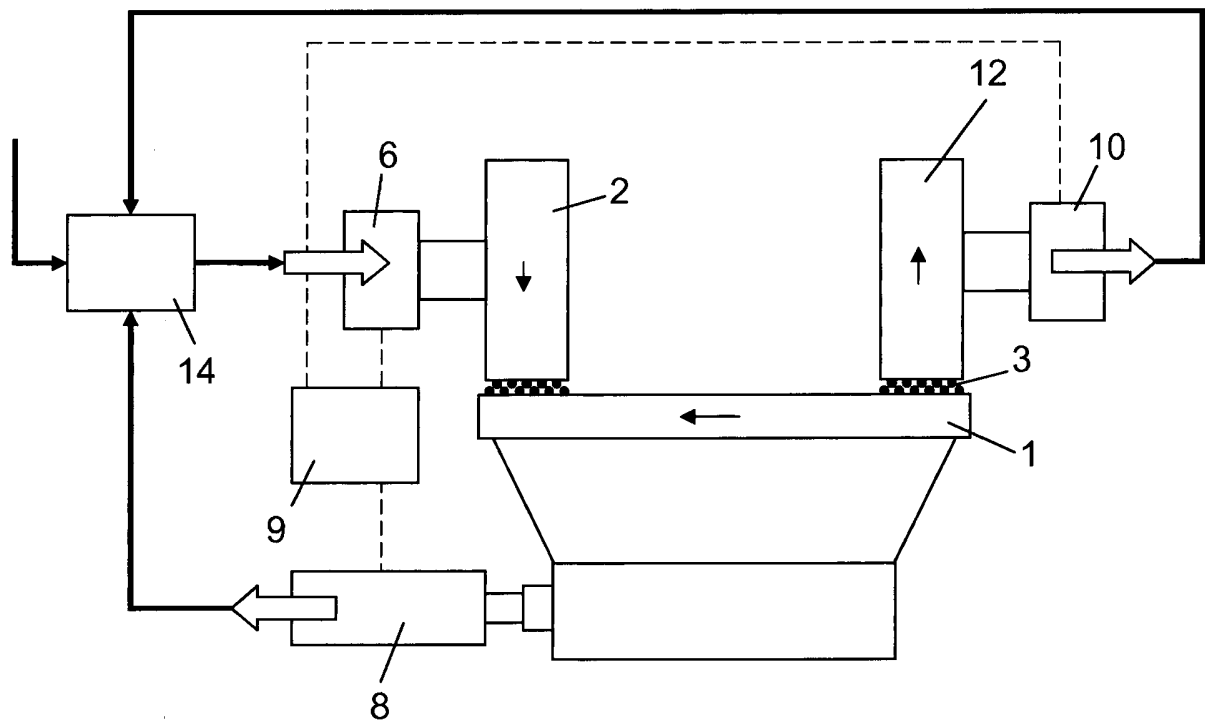


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007033256 A1 [0003]
- DE 3520937 A1 [0004]
- DE 19702854 A1 [0005] [0007]