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

(11) **EP 2 063 992 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.2017 Patentblatt 2017/32

(21) Anmeldenummer: **07803119.2**

(22) Anmeldetag: **31.08.2007**

(51) Int Cl.:
B02C 17/14 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/059128

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/028870 (13.03.2008 Gazette 2008/11)

(54) **SCHWINGMÜHLE UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SCHWINGMÜHLE**

VIBRATION MILL AND METHOD FOR THE OPERATION OF A VIBRATION MILL

BROYEUR OSCILLANT ET PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN BROYEUR OSCILLANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(30) Priorität: **08.09.2006 DE 102006042823**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.06.2009 Patentblatt 2009/23

(73) Patentinhaber: **FLSmidth A/S**
2500 Valby (DK)

(72) Erfinder:
- **STROHHÄUSL, Ralf**
  47169 Duisburg (DE)
- **RIEGER, Darius**
  42279 Wuppertal (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 218 318
GB-A- 1 014 950
US-A- 5 733 173

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).

EP 2 063 992 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schwingmühle, vorzugsweise eine Scheibenschwingmühle, aufweisend eine Mahleinheit und einen Schwingantrieb, mittels dem die Mahleinheit zu von der Antriebsdrehzahl des Schwingantriebs abhängigen Schwingungen anregbar ist.

[0002] Derartige Schwingmühlen dienen insbesondere zur mahlenden Zerkleinerung einer Probe aus schüttfähigem, körnigem Mahlgut im Zuge der Vorbereitung der Probe für gewünschte Analysen, bspw. für röntgenbasierende Untersuchungen der enthaltenen Elemente mit geeigneten Anlagen (z. B. XRF). Eine derartige Schwingmühle ist aus der US5733173 bekannt. Auch Mahlgut, das von einer Flüssigkeit in den Mahlraum gespült wird, ist denkbar. Die Probe, bei der es sich bspw. um eine Gesteinsprobe, um Erz, Schlacke usw. handeln kann, wird in der Schwingmühle mit Hilfsstoffen gemischt und zermahlen und dann mit Presshilfszugaben zu einer Tablette verpresst, die einem Analysegerät zur Analyse der Bestandteile zugeführt wird. Die Probe muss so zerkleinert werden, dass alle Bestandteile eine homogene Mischung ergeben, wofür eine feine und gleichmäßige Zerkleinerung des Mahlgutes in der Schwingmühle wesentlich ist. Häufig wird verlangt, dass nach dem Mahlvorgang ein bestimmter Anteil der Partikel (bspw. 90 %) eine bestimmte Größe (bspw. 32 μm) unterschreiten muss. Für eine quantitative Bestimmung von Inhaltsstoffen ist außerdem wesentlich, dass der Analyse eine genau bestimmte Probenmenge zugrunde liegt. Dazu kann eine gesteuerte automatische Schwingmühle eine Dosiereinrichtung für die Beschickung der Mahleinheit mit Mahlgut und Hilfsmittel in immer exakt definierter Menge aufweisen. Nach Ablauf einer einstellbaren Mahldauer (sog. Mahlphase) wird das gemahlene Probenmaterial während einer einstellbaren Austragsphase in einen Probenauffangbehälter entleert. Bei einigen Zusammensetzungen des Mahlgutes kann es insbesondere nach dem Ende des Mahlganges beim automatischen Austrag zu Anhaftungen in der Mahleinheit, insbesondere in den Austragsbereichen des Mahlgefäßes, dem Austragsbereich und dem Auslauf kommen. Das hat zur Folge, dass nicht die gesamte Probenmenge zur Analyse zur Verfügung steht und somit das Analyseergebnis verfälscht werden kann. Zudem besteht die Gefahr, dass durch die Anhaftungen eine nachfolgende Probe kontaminiert und für die Analyse unbrauchbar gemacht wird. Bisher wird versucht, die Eindeutigkeit und Reproduzierbarkeit der zu analysierenden Proben dadurch zu verbessern, dass nach jedem Mahlprozess in üblicher Weise eine Reinigung aller betroffenen Bauteile in der Maschine derart durchgeführt wird, dass eine Kontaminierung einer Probe mit Altmaterial auf ein für die Analyse zulässiges Maß verringert wird. Diese Reinigung bedingt aber einen als nachteilig empfundenen Arbeits-, Zeit- und dadurch Kostenaufwand.

[0003] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Schwingmühle der eingangs genannten Art gebrauchsvorteilhaft weiterzubilden, so dass insbesondere die vorgenannten Nachteile verringert werden.

[0004] Die Aufgabe ist gemäß der Erfindung zunächst und im wesentlichen in Verbindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, dass die Schwingmühle Drehzahländerungsmittel aufweist, die zur vorbestimmbaren und insofern während des Betriebs selbstständigen, zeitabhängigen Änderung der resultierenden bzw. wirksamen Antriebsdrehzahl während des Betriebs der Schwingmühle geeignet bzw. angepasst sind. Dem liegt die gefundene Erkenntnis zugrunde, dass sich Anhaftungen von Mahlgut, die sich bei einer für den Mahlvorgang selbst günstigen Antriebsdrehzahl bzw. Schwingungsfrequenz der Mahleinheit bilden können, durch eine oder mehrere kurzzeitige Änderungen der auf die Mahleinheit einwirkenden Antriebsdrehzahl bzw. Frequenz von den Wandungen der Schwingmühle ablösen lassen, so dass der Aufwand für eine nachfolgende Reinigung entfällt oder zumindest verringert wird. Die Qualität der Probe wird reproduzierbar gesteigert. Die für den Mahlvorgang selbst günstige Antriebsdrehzahl bzw. Schwingfrequenz der Mahleinheit wird einerseits durch das Probenmaterial, insbesondere durch dessen Dichte, mitbestimmt. Anderseits hängt die für den Mahlbetrieb geeignete Antriebsdrehzahl auch von der Bauart der Schwingmühle ab. Während Bauarten, bei welchen das Mahlgut zwischen den in einen Mahlbehälter eingefüllten, bspw. kugelartigen Mahlkörpern zerrieben wird, eine vergleichsweise hohe Frequenz ertragen, werden sog. Scheibenschwingmühlen, bei welchen innerhalb eines von einer zylindrischen Mahlwand berandeten Mahlraumes ein im Durchmesser kleinerer Mahlring und/oder ein darin befindlicher, nochmals durchmesserverringerter kreisförmiger Mahlstein schwingen, aufgrund des für Beschädigungen empfindlichen Aufbaus bei vergleichsweise niedriger Frequenz betrieben. Die Erfindung betrifft vorzugsweise derartige Scheibenschwingmühlen, kann aber auch Anwendung bei anderen Bauformen, wie bspw. Bechermahlmühlen, finden. Bevorzugt ist, dass der Schwingantrieb einen Antriebsmotor, vorzugsweise einen Elektromotor, und zumindest eine davon angetriebene, vorzugsweise drehangetriebene, Unwucht aufweist. Als zweckmäßig wird angesehen, dass die Drehzahländerungsmittel eine Steuerungseinrichtung und/oder eine Regelungseinrichtung zur Ansteuerung von Stellmitteln zur Änderung einer zunächst vom Antriebsmotor vorgegebenen Antriebsdrehzahl und/oder zur direkten Ansteuerung des Antriebsmotors selbst aufweisen. Wirken die Drehzahländerungsmittel auf besagte Stellmittel ein, kann darüber eine von dem Antriebsmotor ohne eine solche Einwirkung vorgegebene Antriebsdrehzahl verändert, vorzugsweise verringert werden. Alternativ kann der Antriebsmotor zur Veränderung der Antriebsdrehzahl bzw. Schwingungsfrequenz von den Drehzahländerungsmitteln unmittelbar angesteuert werden. In beiden Fällen besteht die Möglichkeit, dass

an einer automatischen Schwingmühle, vorzugsweise Scheibenschwingmühle, der Antrieb die Mahleinheit entsprechend der eingebrachten resultierenden Antriebsdrehzahl zunächst in eine spezifische Schwingung versetzt, die steuerungs- oder regelungsmäßig auf die jeweilige Zusammensetzung des Mahlgutes für den Mahlvorgang bzw. die Mahlphase abgestimmt ist. Von dieser Grund- bzw. Nenn-Drehzahl ausgehend kann dann mittels der Drehzahländerungsmittel vorzugsweise gegen Ende oder auch während des Mahlvorganges die Drehzahl zur Ablösung von Anhaftungen verändert, vorzugsweise erhöht, werden. Es besteht die Möglichkeit, dass der Schwingantrieb mittels der Drehzahländerungsmittel, mittels darin enthaltener elektrischer und/oder elektronischer Schaltungen und/oder elektrischer und/ oder elektronischer Speichermittel rechner- bzw. programmgestützt, zur Vorgabe zumindest eines vorbestimmten wirksamen Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlaufes geeignet ist. Eine besonders hohe Wirksamkeit zur Ablösung von Anhaftungen wird erreicht, wenn der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf ausgehend von einer vorbestimmten Grunddrehzahl einen ein- oder mehrmaligen Anstieg zu einer Maximaldrehzahl beinhaltet, welche größer oder etwa gleich einer Resonanzdrehzahl ist, bei welcher die Mahleinheit zu Resonanzschwingungen angeregt wird. Bevorzugt ist eine Bauweise der Schwingmühle, bei welcher konstruktiv bedingt die Schwingungen der Mahleinheit auch deren Austragsbereich (bspw. einen ringförmigen, unterhalb des Mahlbodens befindlichen Austragskanal) und den Auslauf erfassen. Wirkt auf diese Bereiche besagte Veränderung der Antriebsdrehzahl bzw. Schwingfrequenz vorzugsweise unter Erzielung einer vorübergehenden Resonanz ein, werden bleibende Anhaftungen von gemahlenem Probenmaterial verhindert und ein gleichmäßiges, reproduzierbar vollständiges Austragen der Probe ermöglicht. Dabei wurde gefunden, dass zum Ablösen von Anhaftungen bereits das sehr kurzzeitige Durchfahren der Resonanzfrequenz bzw. Resonanzschwingung äußerst wirksam ist. Um insbesondere an Scheibenschwingmühlen Beschädigungen zu vermeiden, ist daher bevorzugt, dass die gewählte Maximaldrehzahl, bis zu der die Antriebsdrehzahl gesteigert wird, größer als die Resonanz bewirkende Drehzahl (sog. Resonanzdrehzahl) ist. Es besteht die Möglichkeit, dass der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf eine Haltephase dieser Maximaldrehzahl aufweist oder dass die Drehzahl nach Erreichen der Maximaldrehzahl sogleich wieder abgesenkt wird. Bevorzugt ist, dass der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf nach einem Anstieg auf die Maximaldrehzahl eine Rückkehr auf die Grunddrehzahl und daran anschließend vorzugsweise eine erneute Haltephase der Grunddrehzahl aufweist. Als zweckmäßig wird angesehen, dass der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf zyklisch einen mehrfachen Anstieg von der Grunddrehzahl zu der Maximaldrehzahl aufweist. Durch die mehrfache Wiederholung wird die Ablösung von Anhaftungen weiter verbessert. Bevorzugt ist außerdem, dass gemäß dem resultierenden Antriebsdrehzahl- Zeit-Verlauf einer Mahlphase und einer Austragsphase je eine Grunddrehzahl (entweder gleich oder unterschiedlich) zugeordnet ist und dass in der Mahlphase und/ oder in der Austragsphase jeweils zumindest ein Anstieg der Antriebsdrehzahl von der Grunddrehzahl auf eine Maximaldrehzahl enthalten ist. Es besteht die Möglichkeit, dass die Drehzahländerungsmittel elektrische, mechanische, elek-tromechanische, pneumatische, hydraulische und/magnetische, vorzugsweise elektromagnetische, Stellmittel zur Drehzahländerung aufweisen. Als elektrisches Stellmittel kommt bspw. bei einem Wechselstrom-Antriebsmotor ein Frequenzumrichter, bei einem Gleichstrom-Antriebsmotor ein Stromrichter in Betracht. Als mechanisches Stellmittel ist zum Beispiel eine mechanische Bremse geeignet, die auf eine von dem Antriebsmotor angetriebene Welle oder darauf befestigte Bauteile einwirkt. Als pneumatisches Stellmittel kommt bspw. eine pneumatische Bremse in Betracht. Alternativ lassen sich gemäß den weiter aufgezählten Möglichkeiten bspw. eine hydraulische Bremse, eine Wirbelstrombremse, eine elektromagnetisch wirkende Bremse usw. einsetzen. In diesem Zusammenhang ist bevorzugt, dass die Drehzahländerungsmittel die Antriebs-Drehzahl mittels einer elektrischen, mechanischen, elektromechanischen, pneumatischen, hydraulischen und magnetischen, vorzugsweise elektromagnetischen Dämpfung verändern. Eine hohe, insbesondere der besagten Maximaldrehzahl entsprechende Antriebsdrehzahl des Antriebsmotors kann durch die von den Drehzahländerungsmitteln bewirkte Dämpfung während des Mahl- und/oder Austragsbetriebs der Schwingmühle zunächst auf die besagte Grunddrehzahl abgesenkt werden. Die Steuerung bzw. Regelung kann veranlassen, dass die Dämpfung zu gewünschter Zeit aufgehoben oder in kontrollierter Weise verringert wird, wodurch die resultierende Antriebsdrehzahl bis zu der Maximaldrehzahl ansteigt. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die Stellmittel ihrerseits zur Erhöhung der Antriebsdrehzahl geeignet sind, bspw. kann es sich um einen elektrischen, pneumatischen oder dergleichen Motor handeln. Es besteht die Möglichkeit, dass die Drehzahländerungsmittel die resultierende Antriebsdrehzahl und somit auch die Schwingung der Mahleinheit in dem vorbestimmten Verlauf nach entsprechender Einstellung im Betrieb zu gewünschter Zeit selbstständig linear und/oder nichtlinear verändern. Je nach Verlauf wird die Resonanzschwingung der Mahleinheit und der Austragseinheit in definierter Weise durchfahren bzw. kontrolliert angefahren und kontrolliert wieder verlassen. Auch besteht die Möglichkeit, dass die Drehzahländerungsmittel als Modul der Schwingmühle ausgeführt sind. In der automatisierten Schwingmühle können die Drehzahländerungsmittel, das Modul für die zyklische Veränderung der Antriebsdrehzahlen der Antriebseinheit während des Mahlbetriebs und/oder während der Austragsphase der Probe aus der Mahleinheit sorgen. Alternativ oder kombinativ ist bevorzugt, dass die Schwingmühle eine insbesondere auf die den Mahlraum umgebende Mahlwand einwirkende Kühleinrichtung aufweist. Beispielsweise können

Kühlnuten zum Durchfluss eines Kühlmittels, wie bspw. Wasser, vorhanden sein. Dem liegt die gefundene Erkenntnis zugrunde, dass es ohne eine solche Kühlung besonders bei längerem Mahlbetrieb durch die Reibungswärme zur Erwärmung des Mahlguts und der Wandungen des Mahlraumes kommen kann, wodurch die Neigung zu Anhaftungen vergrößert wird. Durch die vorgeschlagene Kühlung wird somit ein weiterer Beitrag zur Verringerung der unerwünschten Anhaftungen geleistet.

[0005] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betrieb einer Schwingmühle, vorzugsweise einer Scheibenschwingmühle, welche eine Mahleinheit und einen Schwingantrieb aufweist, wobei die Mahleinheit von dem Schwingantrieb zu von deren Antriebsdrehzahl abhängigen Schwingungen angeregt wird. Ausgehend von der eingangs beschriebenen Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein derartiges Verfahren vorteilhaft weiterzubilden, so dass insbesondere Anhaftungen von Mahlgut in der Schwingmühle vermieden oder zumindest reduziert werden.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 10 gelöst. Die Antriebsdrehzahl wird während des Betriebs der Schwingmühle in vorbestimmter Weise verändert. Zu dadurch und durch die nachfolgend beschriebenen Merkmale möglichen Wirkungen und Vorteile wird auf die vorangehende Beschreibung Bezug genommen. Die Antriebsdrehzahl wird gemäß einem vorbestimmten Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf automatisiert geändert. Es besteht die Möglichkeit, dass die wirksame bzw. resultierende Antriebsdrehzahl ausgehend von einer Grunddrehzahl ein- oder mehrmalig bis zu einer gewählten maximalen Drehzahl erhöht wird, die größer oder etwa gleich einer Resonanzdrehzahl ist, bei der die Mahleinheit zu Resonanzschwingungen angeregt wird. Auch kann die Antriebsdrehzahl für ein gewünschtes definiertes Zeitintervall auf Höhe der Maximaldrehzahl gehalten werden. Bei einer zweckmäßigen Ausführung des Verfahrens kann die Antriebsdrehzahl nach einer Erhöhung auf die Maximaldrehzahl wieder bis zur Grunddrehzahl abgesenkt und vorzugsweise für ein weiteres Zeitintervall auf der Grunddrehzahl gehalten werden. Um die Ablösung von Anhaftungen zu intensivieren, kann die resultierende Antriebsdrehzahl zyklisch mehrfach von der Grunddrehzahl auf die Maximaldrehzahl angehoben und wieder auf die Grunddrehzahl abgesenkt werden. Des weiteren kann bei dem Verfahren vorzugsweise automatisiert zwischen einer Mahlphase, in welcher das Mahlgut zerkleinert wird, und einer Austragsphase, in welcher das Mahlgut aus der Schwingmühle ausgetragen wird, unterschieden werden. Bevorzugt ist, dass in der Mahlphase und/oder in der Austragsphase die wirksame Antriebsdrehzahl von einer zugeordneten Grunddrehzahl, die sich zwischen Mahl- und Austragsphase unterscheiden oder den jeweils gleichen Wert besitzen kann, auf eine Maximaldrehzahl erhöht wird, die größer oder gleich der Resonanzdrehzahl ist. Zur Drehzahländerung können vorzugsweise elek-trische, mechanische, elektromechanische, pneumatische, hydraulische und/oder magnetische, vorzugsweise elektromagnetische Stellmittel verwendet werden. Die Änderung der Antriebsdrehzahl kann zweckmäßig mittels einer elektrischen, mechanischen, elektromechanischen, pneumatischen, hydraulischen und/ oder magnetischen, vorzugsweise elektromagnetischen Dämpfung erfolgen, alternativ aber auch durch eine aktive Erhöhung einer zunächst von einem Antriebsmotor vorgegebenen Antriebsdrehzahl mittels eines Zusatzantriebs. Es besteht die Möglichkeit, die Antriebsdrehzahl und somit auch die Schwingungsfrequenz der Mahleinheit linear und/oder nichtlinear zu verändern. Alternativ oder kombinativ kann die Mahleinheit, vorzugsweise die den Mahlraum berandende Mahlwand, gekühlt werden.

[0007] Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, welche ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel zeigen, näher beschrieben. Darin zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Mahleinheit einer Schwingmühle gemäß der vorliegenden Erfindung in einer bevorzugten Ausführungsform in einem Querschnitt, in der Einstellung für die Mahlphase;

Fig. 2 die Mahleinheit der Schwingmühle gemäß Fig. 1, in der Einstellung für die Austragsphase;

Fig. 3 die Schwingmühle der in den Fig. 1, 2 gezeigten Mahleinheit in Außenansicht, unter schematischer Darstellung des Schwingantriebs und von Drehzahländerungsmitteln und

Fig. 4a - 4c verschiedene bevorzugte Ausführungsbeispiele von mittels der Drehzahländerungsmittel vorgegebenen Antriebsdrehzahl- Zeit-Verläufen.

[0008] Figur 1 zeigt in einem Querschnitt den oberen Bereich einer erfindungsgemäßen Schwingmühle 1 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform. Eine Gesamtansicht, teilweise schematisch, zeigt Figur 3. Dabei handelt es sich um eine sog. Scheibenschwingmühle. Deren in Figur 1 gezeigte Mahleinheit 2 stellt eine von einem gesonderten, an der Mahleinheit angeschlossenen Schwingantrieb zu Schwingungen anregbare Baugruppe dar, welche einen Mahlraum 3 einschließt, der außen von einer zylindrischen Mahlwand 4 berandet wird. An diese schließt unterseitig während des Mahlbetriebs ein im wesentlichen kreisförmiger Mahlboden 5 an. Auf diesem liegen in dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Mahlelemente ein Mahlring 6 und ein Mahlstein 7, bei welchem es sich um einen runden, in der Darstellung nicht geschnittenen Vollkörper handelt, auf. Der Außendurchmesser des Mahlringes 6 ist kleiner als der Innen-

durchmesser der Mahlwand 4, und der Außendurchmesser des Mahlsteins 7 ist kleiner als der Innendurchmesser des Mahlringes 6. Der so zwischen Mahlwand 4 und Mahlring 6 gebildete Mahlspalt 8 und der zwischen Mahlring 6 und Mahlstein 7 gebildete Mahlspalt 9 ermöglichen eine seitliche Relativbewegung von Mahlring 6 und Mahlstein 7 sowohl zueinander als auch bezüglich der Mahlwand 4. An letztere schließt oberseitig abgedichtet ein Mahldeckel 10 an. In Figur 1, in der sich der Mahlboden 5 während der sog. Mahlphase in seiner oberen möglichen Position befindet, ist der vertikale Abstand zwischen Mahlboden 5 und Mahldeckel 10 nur geringfügig größer als die Höhe von Mahlring 6 und Mahlstein 7, so dass gerade das gewünschte Spiel für die seitliche Bewegung entsteht. An die Mahlwand 4 schließt radial außerhalb ein Gehäusering 11 an, der unterseitig mit einer Gehäusebasis 12 verschraubt und dadurch mit einem Antriebsflansch 13 verbunden ist. Oberseitig ist der Gehäusering 11 mit einem Gehäusedeckel 14 verschraubt. Dessen Unterseite weist eine Ausnehmung 15 auf, in welche randseitig eine Dichtung 16, im gewählten Beispiel ein O-Ring, und darin ein Mahldeckel 17 eingesetzt sind. Durch die Klemmkraft von entlang des Umfangs verteilten Deckelschrauben 18 werden die Unterseite des Gehäusedeckels 14, der Dichtung 16 und des Mahldeckels 17 gegen die obere Stirnseite der Mahlwand 4 gedrückt. Der Gehäusedeckel 14 und der Mahldeckel 17 weisen außermittig Durchgangsöffnungen zur Bildung einer Eintragsöffnung 19 auf. Durch diese kann das zu zerkleinernde Mahlgut (nicht dargestellt) in den Mahlraum 3 von oben eingefüllt werden, wo es sich in den Mahlspalten 8, 9 verteilt. Kommt es, wie noch nachfolgend beschrieben, zu seitlichen Schwingbewegungen der Mahlelemente 6, 7, ändern die Mahlspalte 8, 9 lokal laufend ihre Breite, wodurch das Mahlgut zwischen den Mahlelementen 6, 7 und der Mahlwand 4 zermahlen wird. Die Mahlwand 4, der Mahlring 6 und der Mahlstein 7 können aus einem dazu besonders geeigneten, insbesondere aus einem harten Werkstoff hergestellt sein, während sich für den Gehäusering 11 und die übrigen Gehäuseteile ein herkömmlicher Konstruktionswerkstoff, bspw. Stahl oder Leichtmetall, verwenden lässt. An der Gehäusebasis 12 ist unterseitig eine Halterung 20 angeschraubt, die mit ihrem freien Ende einen vereinfacht gezeigten Zylinder 21 trägt, dessen oberseitig herausstehender Kolben 22 mittels Verschraubung an dem Mahlboden 5 unterseitig befestigt ist. Der Zylinder 21 weist zwei Anschlüsse 23, 24 zur Zufuhr eines unter Druck stehenden Fluids, wie Luft oder einer Hydraulikflüssigkeit auf. In der in Figur 1 gezeigten Betriebsstellung wird durch den unteren Anschluss 24 ein Druckmedium zugeführt, das im Inneren des Zylinders 21 eine nicht dargestellte Druckfläche des Kolbens 22 von unten beaufschlagt und diesen mit dem Mahlboden 5 nach oben drückt, bis der Mahlboden 5 an einer Stufe 25 in Formschluss mit der Mahlwand 4 tritt. Indem in dieser, in Figur 1 gezeigten Betriebsstellung die Stufe 25 gegen eine untere Anfasung 26 der Mahlwand 4 tritt und ein oberhalb der Stufe 25 anschließender Bereich des Mahlbodens 5 passend in den von der Mahlwand 4 umschlossenen Querschnitt tritt, wird der Mahlraum 3 während des Mahlbetriebs entlang des Außenumfangs seines Mahlbodens abgedichtet.

[0009] Figur 1 ist des weiteren zu entnehmen, dass die Mahleinheit 2 mit einer Kühleinrichtung zur rückseitigen, bzw. äußeren Kühlung der Mahlwand 4 ausgestattet ist. Diese umfasst im Beispiel zwei rückseitig an die Mahlwand 4 angrenzende Kühlnuten 47, die in die die Mahlwand 4 außen abstützende innere Wandoberfläche 48 des Gehäuseringes 11 eingebracht sind. Die oberen und unteren Kühlnuten 47, die sich in Umfangsrichtung von einem Zulauf 49 für ein Kühlmittel bis zu einem umfangsmäßig um etwa 10° beabstandeten, in der Zeichnung nicht dargestellten Ablauf für das Kühlmittel erstrecken, werden durch einen ebenfalls ringsegmentartigen Stützvorsprung 50 beabstandet, der im Bereich des Zu- und Ablaufes unterbrochen ist. Der Zu- und Ablauf sind in Umfangsrichtung durchflussmäßig getrennt, so dass ein gezielter Umlauf von Kühlmittel, welches bspw. auf eine gewünschte Temperatur geregelt werden kann, möglich ist.

[0010] Figur 2 zeigt vergleichsweise eine zweite Betriebsstellung, in welcher der obere Anschluss 23 mit einem Druckfluid beaufschlagt wird. Im Inneren des Zylinders 21 wird dadurch in nicht näher dargestellter Weise eine Druckangriffsfläche des Kolbens 22 von oben beaufschlagt, so dass der Kolben 22 den Mahlboden 5 nach unten zieht, bis dieser in einen definierten formschlüssigen Anschlag mit einem Bund 27 der Gehäusebasis 12 tritt. In der gezeigten, abgesenkten Betriebsstellung entsteht zwischen dem Mahlboden 5 und der Mahlwand 4 ein entlang des Umfangs verlaufender Spalt 28, durch welchen das beim Mahlen zerkleinerte Mahlgut zufolge der bei einer weiteren Schwingungsanregung auftretenden Fliehkräfte in einen ringförmigen Austragskanal 29 und darin ebenfalls zufolge Schwingungsanregung bis zu einer Austrittsöffnung 30 zu einem Auslass 31 gelangt. Im Querschnitt wird der Austragskanal 29 radial innen durch den Mahlboden 5, unterseitig durch eine sich daran federnd abstützende Dichtung 32 und die Gehäusebasis 12 und radial außen von der Gehäusebasis 12 begrenzt, während sich nach oben hin der Gehäusering 11 und die Mahlwand 4 anschließen. Der so gebildete Querschnitt des Austragskanals 29 liegt bezüglich des Mahlraumes schräg nach unten/radial außerhalb versetzt.

[0011] Figur 3 veranschaulicht schematisch, dass die in den Figuren 1 und 2 beschriebene Mahleinheit 2 der Schwingmühle 1 an dem Antriebsflansch 13 unterseitig mittels Feder-Dämpfer-Elementen 33 auf einem festen Untergrund abgestützt ist. An den Flansch 13, der oberseitig in eine Hülse 13' übergeht, ist unterseitig ein Schwingantrieb 34 mittels Schraubverbindungen angeflanscht. In dem gewählten Beispiel weist dieser einen Antriebsmotor 35, hier einen Elektromotor, auf, dessen Welle 36 in einem darüber befindlichen Gehäuse 37 eine zu der Welle 36 außermittige, an sich bekannte und daher

zeichnerisch vereinfacht dargestellte Unwucht 40 dreht. Die auf diese Weise erzeugte Drehschwingung wird über den Antriebsflansch 13 auf die angeschlossene gesamte Mahleinheit 2, einschließlich aller am Mahlvorgang und am Austragsvorgang des Mahlgutes beteiligten Wandungen übertragen.

[0012] Weiterhin zeigt Figur 3 schematisch eine Steuerungseinrichtung 38, die Bestandteil von erfindungsgemäßen Drehzahländerungsmitteln 39 ist. Für den Mahl- bzw. für den Austragsbetrieb der Schwingmühle wird der Motor 35 von einer nicht mit dargestellten Einrichtung mit einer Betriebsspannung gespeist, der zunächst eine bestimmte Antriebsdrehzahl der Welle zugeordnet ist. In dem gewählten Beispiel ist die Steuerungseinrichtung 38 dazu geeignet, um mit in dem Gehäuse 37 angeordnete Stellmittel 41 in vorbestimmter, zeitlich veränderlicher Weise anzusteuern. In dem gewählten Beispiel handelt es sich bei den Stellmitteln 41 um eine an der exzentrischen Unwucht 40 von zwei gegenüberliegenden Seiten angreifende, schematisch angedeutete Bremse. An der Steuerung 38 kann mittels eines Bedienfelds 42 eine gewünschte Kennlinie vorgewählt werden, die entweder den zeitlichen Verlauf der Ansteuerung der Stellmittel 41 bestimmt oder eine Kennlinie, die sogleich einem gewünschten resultierenden Verlauf der resultierenden Antriebsdrehzahl über der Zeit entspricht.

[0013] Die Ansteuerungssignale werden über eine Leitung 43 zu den Stellmitteln 41 übertragen und im Beispiel in geeigneter Form in eine korrespondierende, zeitlich veränderliche Druckkraft übersetzt, mit der die Bremskolben verzögernd gegen die Unwucht 40 treten. Mittels einer weiteren, gestrichelt dargestellten Signalleitung 44 (dies ist aber nicht notwendig der Fall) kann die Steuerung 38 auch mit dem Motor 35 direkt in Verbindung stehen, bspw. mittels einer Leitung, über die der Steuerung 38 ein Drehzahl-Signal zugeleitet wird. Ebenfalls lediglich beispielhaft, d. h. nicht notwendig, ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die Steuerung 38 dazu geeignet, um dem Bediener auf einem Display 45 unmittelbar einen aus den gewählten Einstellungen resultierenden auf die Mahleinheit einwirkenden Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf 46 anzuzeigen, wobei die Antriebsdrehzahl U über der Zeit t aufgetragen ist. Aus Figur 3 wird in Verbindung mit den Figuren 1, 2 deutlich, dass die Drehebene der Unwucht 40 rechtwinklig bezüglich der senkrechten, den Mahlvorgang hauptsächlich bewirkenden Oberflächen von Mahlwand 4, Mahlring 6 und Mahlstein 7 sowie rechtwinklig bezüglich der seitlichen Berandungen des Austragskanals 29 angeordnet ist. Dies wirkt sich beim Durchfahren der Resonanzfrequenz vorteilhaft auf die Ablösung der Anhaftungen aus.

[0014] Figuren 4a - 4c zeigen verschiedene Beispiele für bevorzugte Antriebsdrehzahl- Zeit-Verläufe 46. In dem Beispiel von Figur 4 a wird der Schwingantrieb zum Zeitpunkt t_1 eingeschaltet, d. h. der Betrieb beginnt. Die aus der Motorspannung resultierende Antriebsdrehzahl U_{max} wird gleich zu Beginn zufolge der aktivierten Stellmittel 41 (Bremse) auf eine für den Mahlbetrieb gewünschte Grunddrehzahl U_{nenn} abgesenkt. Nach der überwiegenden Dauer des Mahlbetriebs wird beginnend mit dem Zeitpunkt t_2 bis t_3 mittels der Steuerung 38 die Wirkung des Stellmittels 41 linear verringert, bis die wirksame Antriebsdrehzahl U der Maximaldrehzahl U_{max} entspricht. Dabei wird ein Drehzahlwert U_{Res} durchfahren, bei dem die Mahleinheit 2 zu Resonanzschwingungen angeregt wird. Von t_3 bis t_4 wird mittels der Steuerungseinrichtung 38 die Wirkung der Stellmittel 41 (Bremse) linear gesteigert, bis bei t_4 wieder die Grund- bzw. Nenndrehzahl U_{nenn} resultiert. Auch dabei wird die Resonanzdrehzahl U_{Res} kontrolliert durchfahren. Anschließend wird in dem Beispiel die Grunddrehzahl U_{nenn} für ein weiteres Zeitintervall t_4-t_5 aufrecht erhalten und bei t_5 der Mahlvorgang beendet. In dem gewählten Beispiel, jedoch nicht notwendig, beträgt die Grunddrehzahl U_{nenn} bspw. ca. 800 bis 850 Umdrehungen je Minute (U/min), die Resonanzdrehzahl liegt bspw. im Bereich von 1000 -1100 U/min, und die erreichte Maximaldrehzahl U_{max} beträgt beispielsweise 1300 U/min. Im Beispiel von Figur 4a wird die Resonanzdrehzahl U_{Res}, nachdem der Mahlvorgang zum Zeitpunkt t_2 bereits überwiegend durchgeführt wurde, zweimal in kontrollierter Weise, nämlich einmal aufwärts und einmal abwärts mit einer vorgewählten Steigung des Kurvenverlaufes, durchfahren. Da weder bei U_{nenn}, noch bei U_{max} Resonanz in der Mahleinheit auftritt und U_{Res} beim Durchfahren nicht konstant gehalten wird, wird die Mahleinheit 2 jeweils nur kurzzeitig definiert in Resonanz versetzt, so dass keine Gefahr von Beschädigungen besteht. Alternativ wäre denkbar, die Resonanzdrehzahl für sehr kurze Zeitintervalle, in denen ebenfalls keine Beschädigung auftreten kann, konstant zu halten.

[0015] Figur 4b zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, bei welchem die Resonanzdrehzahl bei insgesamt trapezartigem resultierendem Antriebsdrehzahl- Zeit-Verlauf 46 ebenfalls linear durchfahren wird. Im Unterschied zu Figur 4a sind während der Mahldauer t_1 - t_5 insgesamt zwei darin gleichmäßig verteilte Durchfahrungszyklen vorgesehen. Figur 4c zeigt ein drittes bevorzugtes Ausführungsbeispiel. Die Resonanzdrehzahl wird hier in drei Zyklen bei gerundetem Verlauf, ähnlich harmonischen Bereichen mit Unterbrechungen, durchfahren.

Patentansprüche

1. Schwingmühle, insbesondere Scheibenschwingmühle, aufweisend eine Mahleinheit und einen Schwingantrieb, mittels dem die Mahleinheit zu von der Antriebsdrehzahl des Schwingantriebs abhängigen Schwingungen anregbar ist, wobei Drehzahländerungsmittel (39) vorgesehen sind, die zur vorbestimmbaren, zeitabhängigen Änderung der Antriebsdrehzahl während des Betriebs der Schwingmühle (1) geeignet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingantrieb (34) mittels in den Drehzahländerungsmitteln (39) enthaltener elektrischer

und/oder elektronischer Schaltungen und/oder elektrischer und/oder elektronischer Speichermittel zur Vorgabe zumindest eines vorbestimmten Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlaufs (46) geeignet ist.

2. Schwingmühle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwingantrieb (34) einen Antriebsmotor (35), insbesondere einen Elektromotor, und zumindest eine davon angetriebene, insbesondere drehangetriebene, Unwucht (40) aufweist.

3. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahländerungsmittel (39) eine Steuerungseinrichtung (38) und/oder Regelungseinrichtung zur Ansteuerung von Stellmitteln (41) zur Änderung einer vom Antriebsmotor (35) vorgegebenen Antriebsdrehzahl und/oder zur Ansteuerung des Antriebsmotors (35) aufweisen.

4. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf (46) ausgehend von einer vorbestimmten Grunddrehzahl (U_{nenn}) einen ein- oder mehrmaligen Anstieg zu einer Maximaldrehzahl (U_{max}) beinhaltet, welche größer oder etwa gleich einer Resonanzdrehzahl (U_{Res}) ist, bei welcher die Mahleinheit (2) zu Resonanzschwingungen angeregt wird, dass der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf (46) eine Haltephase der Maximaldrehzahl (U_{max}) aufweist und dass der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf (46) nach einem Anstieg auf die Maximaldrehzahl (U_{max}) eine Rückkehr auf die Grunddrehzahl (U_{nenn}) und insbesondere eine erneute Haltephase der Grunddrehzahl (U_{nenn}) aufweist.

5. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf (46) zyklisch einen mehrfachen Anstieg von der Grunddrehzahl (U_{nenn}) zur Maximaldrehzahl (U_{max}) aufweist.

6. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemäß dem Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf (46) einer Mahlphase und einer Austragsphase je eine Grunddrehzahl (U_{nenn}) zugeordnet ist und dass in der Mahlphase und/oder in der Austragsphase zumindest ein Anstieg der Antriebsdrehzahl von der Grunddrehzahl (U_{nenn}) auf eine Maximaldrehzahl (U_{max}) eingeschlossen ist.

7. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahländerungsmittel (39) elektrische, mechanische, elektromechanische, pneumatische, hydraulische und/oder magnetische, insbesondere elektromagnetische Stellmittel (41) zur Drehzahländerung aufweisen.

8. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahländerungsmittel (39) die Antriebsdrehzahl und somit auch die Schwingung der Mahleinheit (2) linear und/oder nichtlinear verändern.

9. Schwingmühle nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingmühle (1) eine insbesondere auf die den Mahlraum (3) umgebende Mahlwand (4) einwirkende Kühleinrichtung aufweist.

10. Verfahren zum Betrieb einer Schwingmühle, insbesondere einer Scheibenschwingmühle, welche eine Mahleinheit und einen Schwingantrieb aufweist, wobei die Mahleinheit von dem Schwingantrieb zu von deren Antriebsdrehzahl abhängigen Schwingungen angeregt wird, wobei die Antriebsdrehzahl während des Betriebs der Schwingmühle (1) in vorbestimmter Weise verändert wird, wobei die Antriebsdrehzahl gemäß einem vorbestimmten Antriebsdrehzahl-Zeit-Verlauf (46) geändert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schwingmühle verwendet wird, die Drehzahländerungsmittel (39) aufweist und deren Schwingantrieb (34) mittels in den Drehzahländerungsmitteln (39) enthaltener elektrischer und/oder elektronischer Schaltungen und/oder elektrischer und/oder elektronischer Speichermittel zur Vorgabe zumindest eines vorbestimmten Antriebsdrehzahl-Zeitverlaufs (46) geeignet ist, und wobei der Antriebsdrehzahl-Zeitverlauf mittels dieser Schaltungen und/oder Speichermittel vorgegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsdrehzahl ausgehend von einer Grunddrehzahl (U_{nenn}) ein- oder mehrmalig bis zu einer Maximaldrehzahl (U_{max}) erhöht wird, welche größer oder etwa gleich einer Resonanzdrehzahl (U_{Res}) ist, bei welcher die Mahleinheit (2) zu Resonanzschwingungen angeregt wird, dass die Antriebsdrehzahl für ein Zeitintervall auf Höhe der Maximaldrehzahl (U_{max}) gehalten wird und dass die Antriebsdrehzahl nach einer Erhöhung auf die Maximaldrehzahl wieder bis zur Grunddrehzahl (U_{nenn}) abgesenkt und insbesondere für ein weiteres Zeitintervall auf der Grunddrehzahl (U_{nenn}) gehalten wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10-11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsdrehzahl zyklisch mehrfach von der Grunddrehzahl (U_{nenn}) auf die Maximaldrehzahl (U_{max}) angehoben und wieder auf die Grunddrehzahl (U_{nenn})

abgesenkt wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Mahlphase und/oder in einer Austragsphase die Antriebsdrehzahl von einer zugeordneten Grunddrehzahl (U_{nenn}) auf eine Maximaldrehzahl (U_{max}) erhöht wird, die größer oder gleich der Resonanzdrehzahl (U_{Res}) ist.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Drehzahländerung elektrische, mechanische, elektromechanische, pneumatische, hydraulische und/oder magnetische, insbesondere elektromagnetische Stellmittel (41) verwendet werden.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 10-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebsdrehzahl und somit auch die Schwingung der Mahleinheit (2) linear und/oder nichtlinear verändert wird.

Claims

1. Vibration mill, in particular a disk vibration mill, comprising a milling unit and a vibrating drive, by means of which the milling unit can be excited into vibrations depending on the drive rotational speed of the vibrating drive, wherein means (39) for changing the rotational speed are provided that are suitable for changing the drive rotational speed in a pre-definable, time-dependent manner during operation of the vibration mill (1),
characterized in that
the vibrating drive (34), by means of electrical and/or electronic circuits and/or electrical and/or electronic storage means contained in the means (39) for changing the drive rotational speed, is suitable for specifying at least one pre-defined drive rotational speed-time graph (46).

2. Vibration mill according to Claim 1,
characterized in that
the vibrating drive (34) comprises a drive motor (35), in particular an electric motor, and at least one imbalance (40) which is driven, in particular rotationally driven, thereby.

3. Vibration mill according to one or more of the previous claims,
characterized in that
the means (39) for changing the drive rotational speed comprise an open-loop control device (38) and/or a closed-loop control device for controlling actuators (41) for changing a drive rotational speed specified by the drive motor (35), and/or for controlling the drive motor (35).

4. Vibration mill according to one or more of the previous claims,
characterized in that
starting from a predefined nominal speed (U_{nenn}), the drive rotational speed-time graph (46) contains a single or multiple increase up to a maximum rotation speed (U_{max}), which is greater than or approximately equal to a resonant rotational speed (U_{Res}) at which the milling unit (2) is excited into resonant vibrations, that the drive rotational speed-time graph (46) comprises a holding phase of the maximum rotational speed (U_{max}) and that after an increase up to the maximum rotational speed (U_{max}), the drive rotational speed-time graph (46) exhibits a return to the nominal rotational speed (U_{nenn}), and in particular a repeated holding phase of the nominal rotational speed (U_{nenn}).

5. Vibration mill according to one or more of the previous claims,
characterized in that
the drive rotational speed-time graph (46) comprises a cyclically recurring increase from the nominal speed (U_{nenn}) to the maximum rotational speed (U_{max}).

6. Vibration mill according to one or more of the previous claims,
characterized in that
in accordance with the drive rotational speed-time graph (46), a nominal rotational speed (U_{nenn}) is assigned to each of a milling phase and a discharge phase and that in the milling phase and/or in the discharge phase at least one increase in the drive rotational speed from the nominal rotational speed (U_{nenn}) up to a maximum rotational speed (U_{max}) is included.

7. Vibration mill according to one or more of the previous claims,
characterized in that
the means (39) for changing the rotational speed comprise electrical, mechanical, electro-mechanical, pneumatic, hydraulic and/or magnetic, in particular electromagnetic, actuators (41) for changing the rotational speed.

8. Vibration mill according to one or more of the previous claims,
characterized in that
the means (39) for changing the drive rotational speed vary the drive rotational speed and therefore also the vibration of the milling unit (2) in a linear and/or non-linear manner.

9. Vibration mill according to one or more of the previ-

ous claims,
characterized in that
the vibration mill (1) comprises a cooling device, which in particular acts on the milling wall (4) surrounding the milling chamber (3).

10. Method for operating a vibration mill, in particular a disk-vibration mill, which comprises a milling unit and a vibrating drive, wherein the milling unit is excited by the vibrating drive into vibrations dependent on the drive rotational speed thereof, wherein the drive rotational speed is changed in a predefined way during the operation of the vibration mill (1), wherein the drive rotational speed is changed according to a predefined drive rotational speed-time graph (46),
characterized in that
a vibrating mill is used,
comprising means (39) for changing the drive rotational speed, and the vibrating drive (34) thereof, by means of electrical and/or electronic circuits and/or electrical and/or electronic storage means contained in the means (39) for changing the drive rotational speed, is suitable for specifying at least one predefined drive rotational speed-time graph (46), and wherein the drive rotational speed-time graph is defined by said circuits and/or storage means.

11. Method according to claim 10,
characterized in that
starting from a predefined nominal rotational speed (U_{nenn}), the drive rotational speed-time graph increases once or multiple times up to a maximum rotational speed (U_{max}), which is greater than or approximately equal to a resonant rotational speed (U_{Res}) at which the milling unit (2) is excited into resonant vibrations, that the drive rotational speed is held at the level of the maximum rotational speed (U_{max}) for a time interval
and that after an increase up to the maximum rotational speed the drive rotational speed again is lowered again to the nominal rotational speed (U_{nenn}) and in particular is held at the nominal rotational speed (U_{nenn}) for a further time interval.

12. Method according to one or more of claims 10-11,
characterized in that
the drive rotational speed is raised from the nominal rotational speed (U_{nenn}) up to the maximum rotational speed (U_{max}) and lowered down to the nominal rotational speed (U_{nenn}) again over multiple cycles.

13. Method according to one or more of claims 10-12,
characterized in that
in a milling phase and/or in a discharge phase the drive rotational speed is increased from an assigned nominal rotational speed (U_{nenn}) up to a maximum rotational speed (U_{max}), which is greater than or equal to the resonant rotational speed (U_{Res}).

14. Method according to one or more of claims 10-13,
characterized in that
to change the rotational speed, electrical, mechanical, electromechanical, pneumatic, hydraulic and/or magnetic, in particular electromagnetic, actuators (41) are used.

15. Method according to one or more of claims 10-14,
characterized in that
the drive rotational speed, and therefore also the vibration of the milling unit (2), is changed in a linear and/or non-linear manner.

Revendications

1. Broyeur oscillant, en particulier broyeur oscillant à disque, comprenant une unité de broyage et un entraînement oscillant, au moyen duquel l'unité de broyage peut être actionnée en oscillations dépendantes de la vitesse de rotation d'entraînement de l'entraînement oscillant, dans lequel des moyens de modification de la vitesse de rotation (39) sont prévus, qui sont adaptés à une modification dépendante du temps, pouvant être prédéfinie, de la vitesse de rotation d'entraînement pendant le fonctionnement du broyeur oscillant (1), **caractérisé en ce que**
l'entraînement oscillant (34) est adapté, à l'aide de circuits électriques et/ou électroniques contenus dans les moyens de modification de vitesse de rotation (39) et/ou les moyens de stockage électriques et/ou électroniques, à prescrire au moins une variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46) prédéfinie.

2. Broyeur oscillant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'entraînement oscillant (34) comprend un moteur d'entraînement (35), en particulier un moteur électrique, et au moins un balourd (40) entraîné par celui-ci, en particulier entraîné en rotation.

3. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de modification de vitesse de rotation (39) comprennent un dispositif de commande (38) et/ou un dispositif de régulation pour la commande des moyens de réglage (41) servant à modifier une vitesse de rotation d'entraînement prédéfinie par le moteur d'entraînement (35) et/ou pour la commande du moteur d'entraînement (35).

4. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46), en partant d'une vitesse de rotation de base (U_{nenn}) prédéfinie, présente une augmentation unique ou répétée jusqu'à une vitesse de rotation maxi-

male (U_{max}), laquelle est supérieure ou sensiblement égale à une vitesse de rotation de résonance (U_{Res}), pour laquelle l'unité de broyage (2) est actionnée en oscillations de résonance, **en ce que** la variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46) présente une phase de maintien de la vitesse de rotation maximale (U_{max}) et **en ce que** la variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46), après avoir augmenté jusqu'à la vitesse de rotation maximale (U_{max}), retourne à la vitesse de rotation de base (U_{nenn}) et présente en particulier une nouvelle phase de maintien de la vitesse de rotation de base (U_{nenn}).

5. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46) présente de manière cyclique une augmentation répétée de la vitesse de rotation de base (U_{nenn}) jusqu'à la vitesse de rotation maximale (U_{max}).

6. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, conformément à la variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46), une vitesse de rotation de base (U_{nenn}) est dans chaque cas associée à une phase de broyage et à une phase de distribution, et **en ce qu'**au moins une augmentation de la vitesse de rotation d'entraînement de la vitesse de rotation de base (U_{nenn}) à la vitesse de rotation maximale (U_{max}) est contenue dans la phase de broyage et/ou dans la phase de distribution.

7. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de modification de vitesse de rotation (39) comprennent des moyens de réglage (41) électriques, mécaniques, électromécaniques, pneumatiques, hydrauliques et/ou magnétiques, en particulier électromagnétiques.

8. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de modification de vitesse de rotation (39) modifient la vitesse de rotation d'entraînement et donc également l'oscillation de l'unité de broyage (2) de manière linéaire et/ou non linéaire.

9. Broyeur oscillant selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le broyeur oscillant (1) comprend un dispositif de refroidissement agissant en particulier sur la paroi de broyage (4) entourant la chambre de broyage (3).

10. Procédé de fonctionnement d'un broyeur oscillant, en particulier d'un broyeur oscillant à disque, lequel comprend une unité de broyage et un entraînement oscillant, dans lequel l'unité de broyage peut être actionnée en oscillations dépendantes de la vitesse de rotation d'entraînement par l'entraînement oscillant, dans lequel la vitesse de rotation d'entraînement est modifiée de manière prédéfinie pendant le fonctionnement du broyeur oscillant (1), dans lequel la vitesse de rotation d'entraînement est modifiée conformément à une variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46) prédéfinie, **caractérisé en ce qu'**on utilise un broyeur oscillant qui comprend des moyens de modification de la vitesse de rotation (39) et dont l'entraînement oscillant (34) est adapté à prescrire au moins une variation vitesse de rotation d'entraînement-temps (46) prédéfinie à l'aide de circuits électriques et/ou électroniques contenus dans les moyens de modification de vitesse de rotation (39) et/ou les moyens de stockage électriques et/ou électroniques, et dans lequel la variation vitesse de rotation d'entraînement-temps est prédéfinie à l'aide de ces circuits et/ou de ces moyens de stockage.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation d'entraînement est augmentée une seule fois ou de façon répétée d'une vitesse de rotation de base (U_{nenn}) à une vitesse de rotation maximale (U_{max}), laquelle est supérieure ou sensiblement égale à une vitesse de rotation de résonance (U_{Res}), pour laquelle l'unité de broyage (2) est actionnée en oscillations de résonance, **en ce que** la vitesse de rotation d'entraînement est maintenue pendant un intervalle de temps au niveau de la vitesse de rotation maximale (U_{max}) et **en ce que** la vitesse de rotation d'entraînement, après avoir été augmentée jusqu'à la vitesse de rotation maximale, est à nouveau abaissée à la vitesse de rotation de base (U_{nenn}) et en particulier maintenue pendant un autre intervalle de temps à la vitesse de rotation de base (U_{nenn}).

12. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 10 à 11, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation d'entraînement est élevée de manière cyclique et répétée de la vitesse de rotation de base (U_{nenn}) à la vitesse de rotation maximale (U_{max}) et à nouveau abaissée à la vitesse de rotation de base (U_{nenn}).

13. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que**, dans une phase de broyage et/ou dans une phase de distribution, la vitesse de rotation d'entraînement est augmentée d'une vitesse de rotation de base (U_{nenn}) associée à une vitesse de rotation maximale (U_{max}) qui est supérieure ou égale à la vitesse de rotation de résonance (U_{Res}).

14. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** des moyens de réglage (41) électriques, mécaniques, électromécaniques, pneumatiques, hydrauliques et/ou magnétiques, en particulier électromagnétiques, sont utilisés

pour modifier la vitesse de rotation.

15. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation d'entraînement et donc également l'oscillation de l'unité de broyage (2) sont modifiées de façon linéaire et/ou non linéaire.

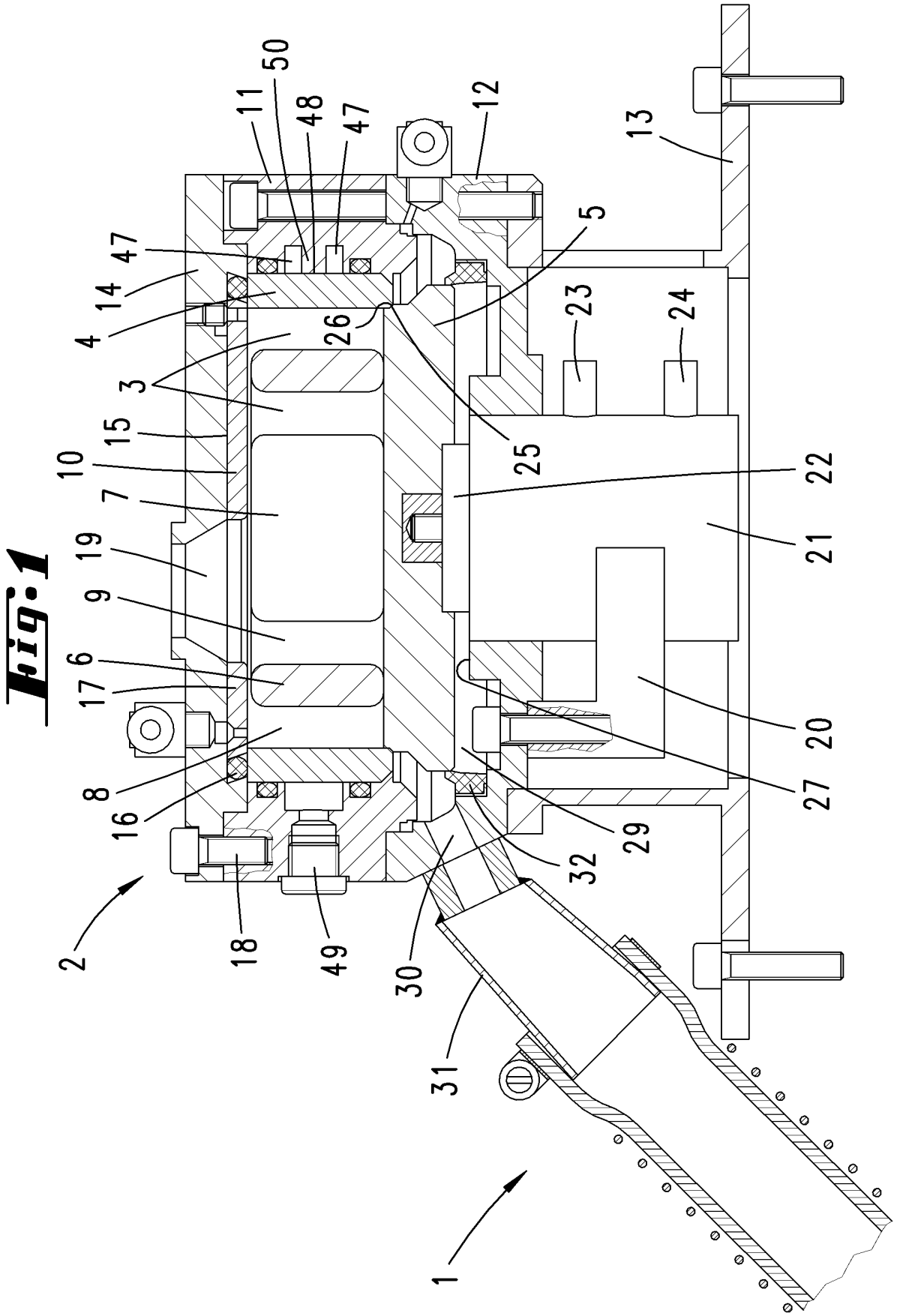

50
11
48
47
12
13
47
14
4
5
26
23
24
3
25
15
10
22
7
21
19
9
6
17
20
27
8
16
29
32
2
18
49
30
31
1

Fig: 1

Fig:2

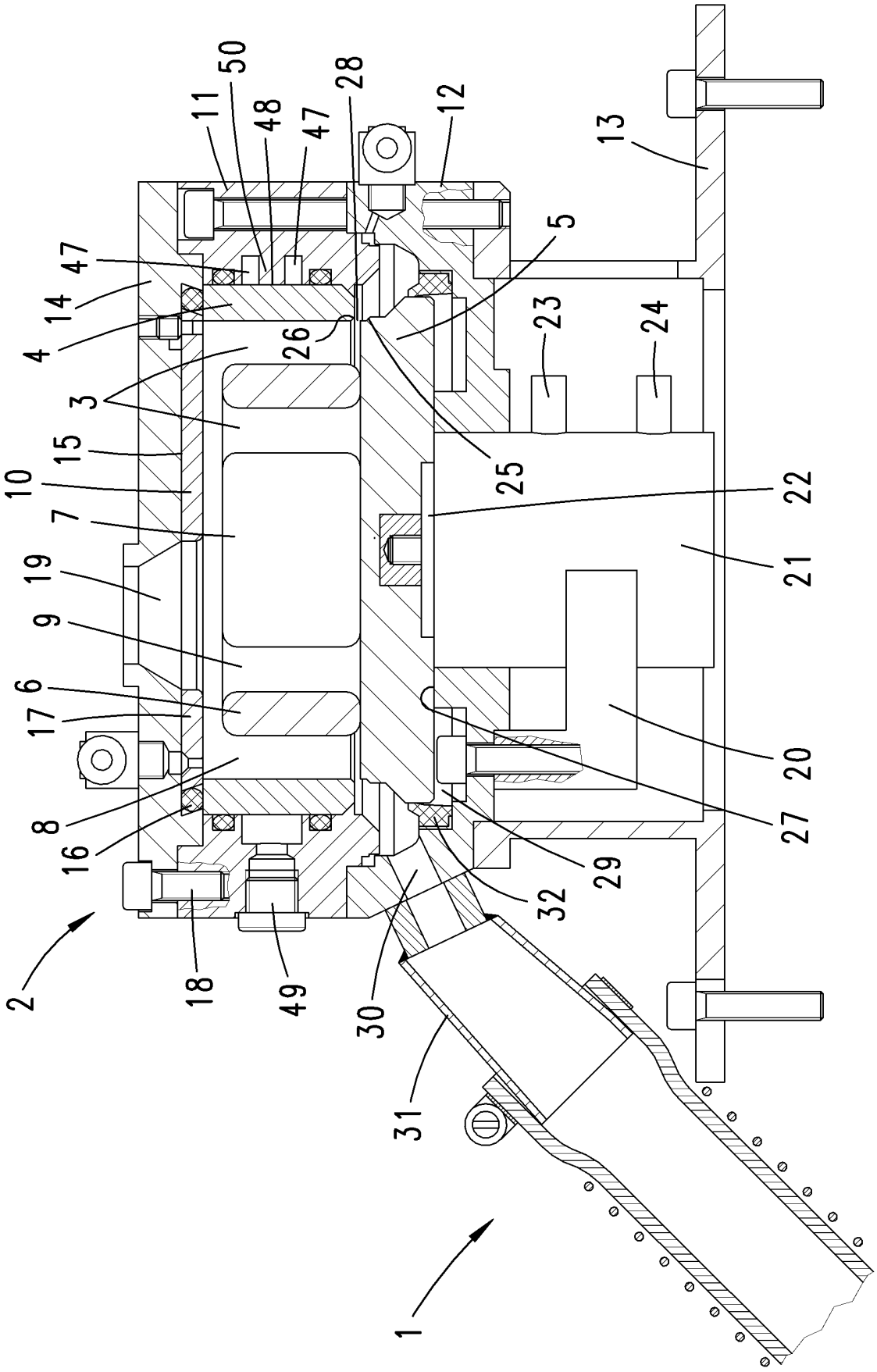

50
11
48
47
28
12
13
47
14
4
26
5
23
24
3
25
15
10
22
7
21
19
9
6
17
20
8
27
16
29
32
2
18
49
30
31
1

Fig:3

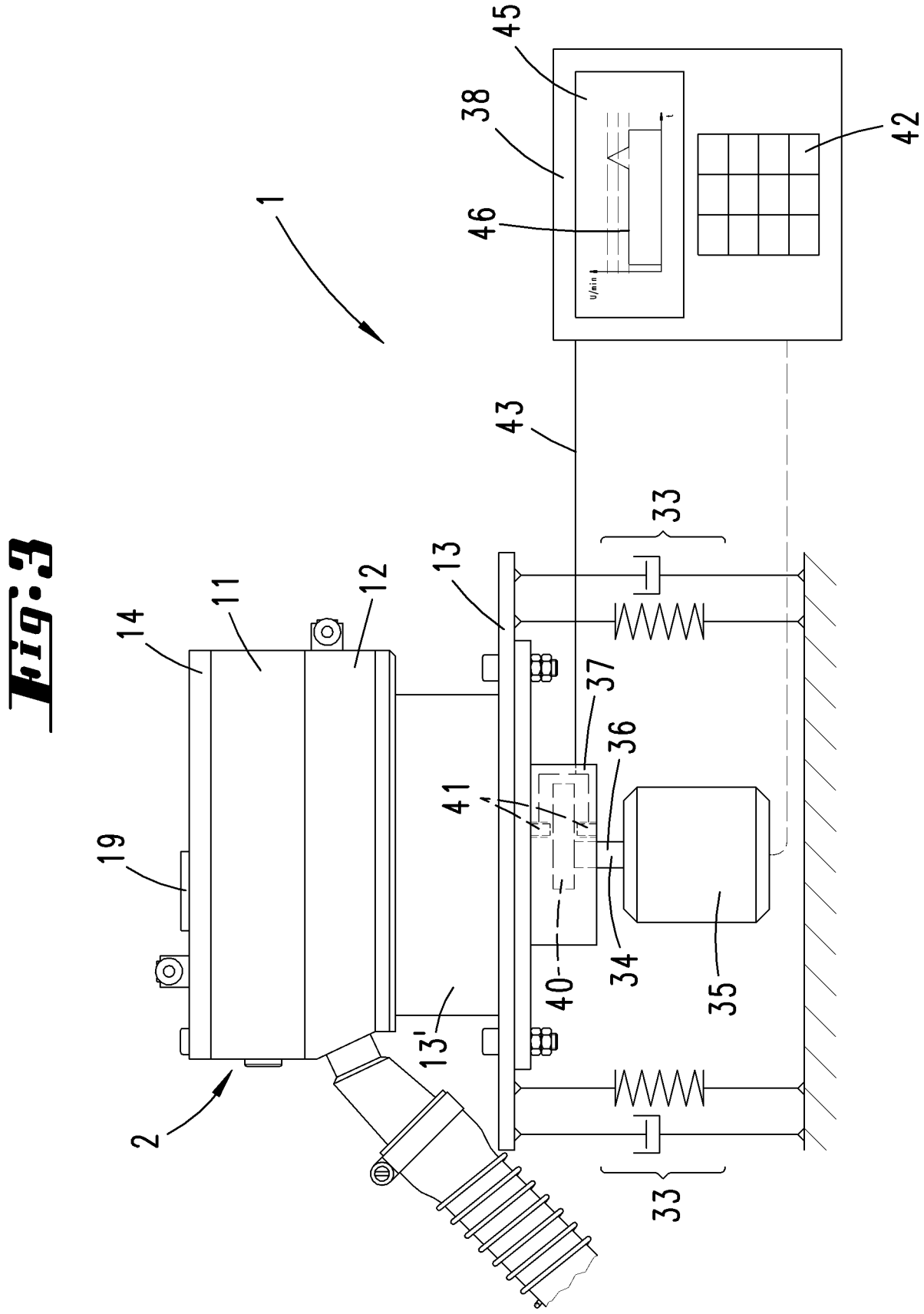


Fig: 4a

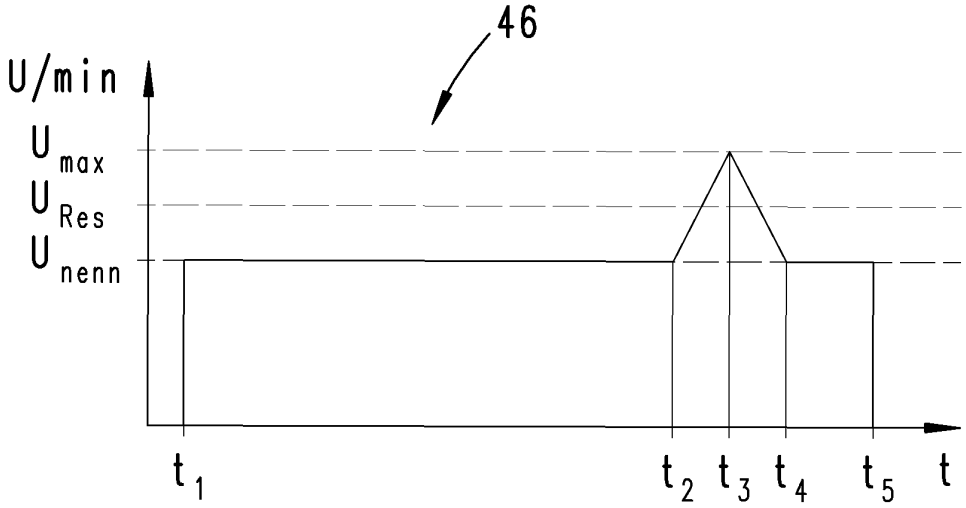


Fig: 4b

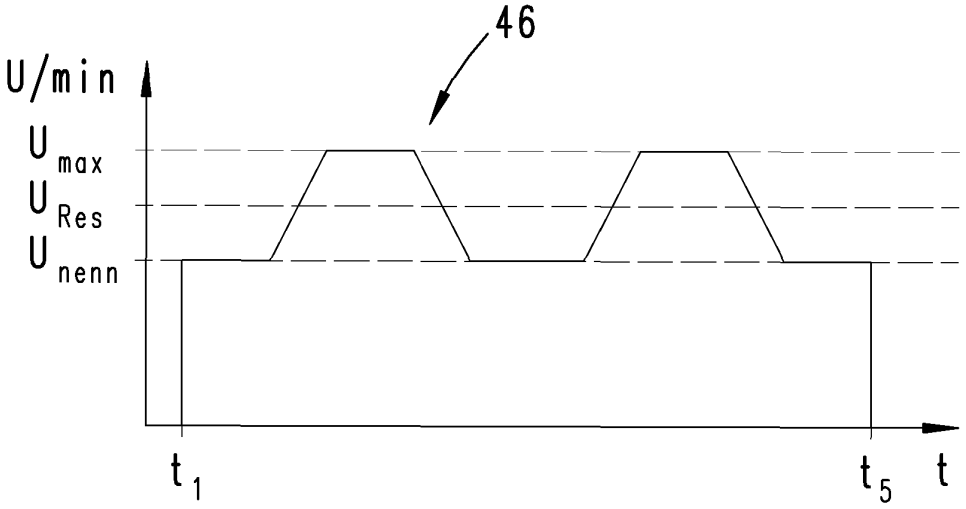
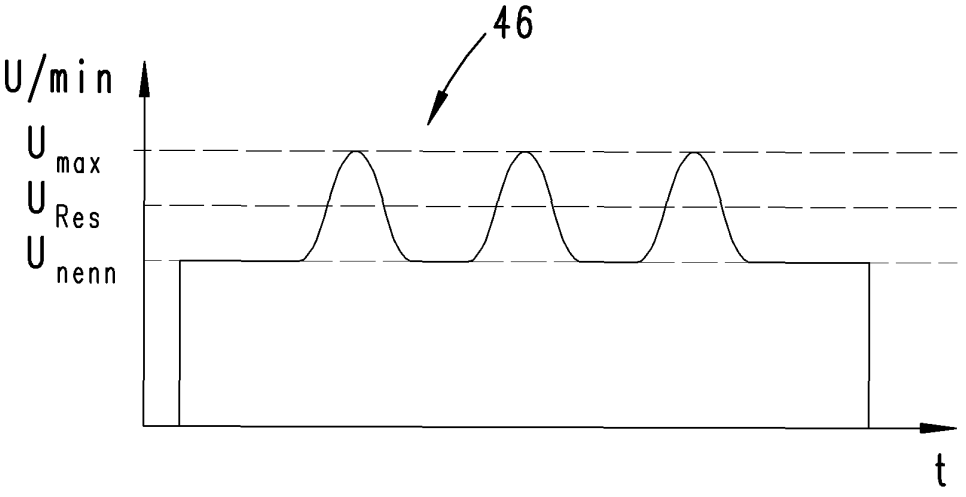


Fig: 4c



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

- US 5733173 A **[0002]**