

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Februar 2010 (11.02.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/015564 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B02C 15/00 (2006.01) **B02C 25/00** (2006.01)

(74) Anwälte: **TETZNER, Michael** et al.; Van-Gogh-Str. 3,
81479 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/059883

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juli 2009 (30.07.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 036 784.2
7. August 2008 (07.08.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **POLYSIUS AG** [DE/DE]; Graf-Galen-Str. 17,
59269 Beckum (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BERGER, Markus**
[DE/DE]; Bernhardtstr. 8, 59320 Ennigerloh (DE). **ZUR-
HOVE, Franz-Josef** [DE/DE]; Bielefelder Str. 35, 49186
Bad Iburg (DE). **KIMMEYER, Ludger** [DE/DE]; Im
Werl 40, 59269 Beckum (DE). **SACHSE, Carsten**
[DE/DE]; Hoffschultestr. 18, 48155 Münster (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROLLER MILL AND METHOD FOR SIZE REDUCTION OF GROUND MATERIAL

(54) Bezeichnung: ROLLENMÜHLE UND VERFAHREN ZUR ZERKLEINERUNG VON MAHLGUT

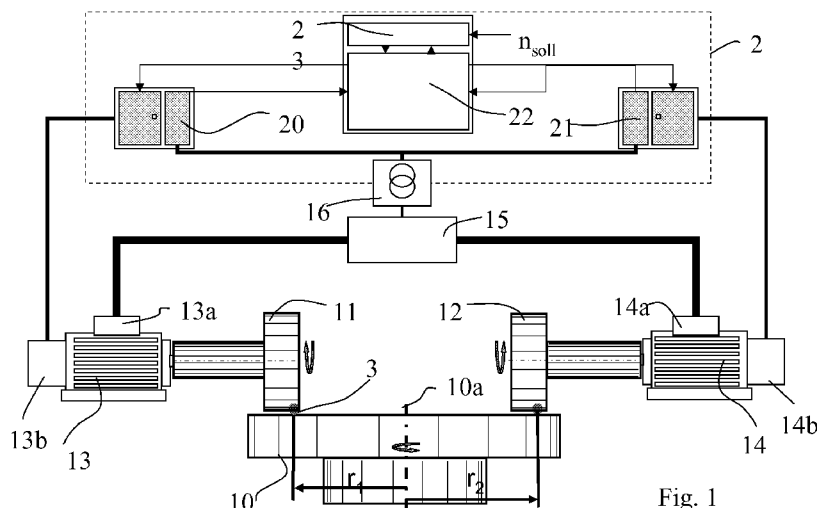


Fig. 1

(57) Abstract: The roller mill according to the invention comprises a grinding table (10), at least one grinding roller (11, 12) and at least two motors (drives) (13, 14) with stator and rotor windings for driving the roller mill and is equipped with at least one control device (20, 21) for regulating the motor torque of at least one drive. The control device is connected to the rotor winding (13a, 14a) of at least one drive for the purposes of influencing the rotor current. Further protected is a method for size reduction of ground material using such a roller mill.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/015564 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die erfindungsgemäße Rollenmühle weist einen Mahlteller (10), wenigstens eine Mahlrolle (11,12) sowie wenigstens zwei Motoren (Antriebe) (13,14) mit Ständer- und Läuferwicklung zum Antreiben der Rollenmühle auf und ist mit wenigstens einer Regeleinrichtung (20, 21) zur Regelung des Motormomentes wenigstens eines Antriebes ausgestattet. Die Regeleinrichtung ist dabei an die Läuferwicklung (13a, 14a) wenigstens eines Antriebes zur Beeinflussung des Läuferstromes angeschlossen. Beansprucht ist ferner auch ein Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut mit einer solchen Rollenmühle.

Rollenmühle und Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut

Die Erfindung betrifft eine Rollenmühle sowie ein Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut, wobei die Rollenmühle, einen Mahlteller, wenigstens eine Mahlrolle sowie
5 wenigstens zwei Antriebe zum Antreiben der Rollenmühle aufweist.

In der Praxis wird bei Rollenmühlen üblicherweise der Mahlteller angetrieben, welcher über das Mahlbett die Mahlrollen antreibt. Dies führt jedoch zu starken Leistungsschwankungen und somit zu hohen Belastungen des Antriebsstranges,
10 sodass man in der sicher zu übertragenden Antriebsleistung sehr begrenzt ist.

In der DE 38 01 728 wird eine Rollenmühle beschrieben, bei der jeder Mahlrolle ein Antriebsmotor zugeordnet ist. Weiterhin verfügt der Mahlteller über einen Hilfsantrieb.
15

Auch in der DE 197 02 854 A1 wurde bereits vorgeschlagen, die Rollen anzutreiben. Dort wurde auch darauf hingewiesen, dass die einzelnen Mahlrollen einerseits über den Mahlteller und dem darauf befindlichen Mahlgut bzw. Mahlgutbett miteinander gekoppelt sind und andererseits stark unterschiedliche Leistungsaufnahmen haben
20 können, die beispielsweise auf unterschiedliche Abrolldurchmesser auf dem Mahlteller (Lage des Kraftangriffspunkt / Radius), unterschiedliche Wirkdurchmesser der einzelnen Mahlrollen (z.B. durch Verschleiß) und auf ein unterschiedliches Einzugsverhalten des Mahlgutes im Zusammenwirken auf Mahlteller und Mahlrolle zurückzuführen sind.

25 Bereits geringe Drehzahlabweichungen zwischen einzelnen Mahlrollen bewirken bei den Antrieben relativ hohe Leistungsschwankungen. Dies kann dazu führen, dass die Mahlrollen dauernd beschleunigt oder verzögert werden, d.h. die einzeln angetriebenen Mahlrollen arbeiten gegeneinander, was während des
30 Zerkleinerungsbetriebes zu einem deutlich erhöhten Kraft- bzw. Energiebedarf führt.

In der DE-A1-197 02 854 wird daher vorgeschlagen, dass die Betriebsschwankungen zwischen den einzelnen Drehantrieben aller angetriebenen Mahlrollen durch eine gemeinsame Lastausgleichsregelung ausgeglichen werden. Dennoch sind bei dynamischen Übersetzungsänderungen zwischen Mahlteller und Mahlrolle die Leistungsaufnahmen der Antriebe sehr unterschiedlich.

Aus der DE-A1-10 2006 050 205 ist weiterhin eine Rollenmühle bekannt, dessen Mahlteller durch eine Anordnung von mehr als zwei Antrieben angetrieben wird. Für die Antriebe sind Elektromotoren vorgesehen, die über Frequenzumrichter gespeist werden und mit deren Hilfe Drehzahl und Drehmoment geregelt werden. Die Frequenzumrichter sind nach dem Master-Slave-Prinzip organisiert, um sicherzustellen, dass alle Antriebe synchron arbeiten. Durch diese Frequenzumrichter entstehen jedoch hohe Kosten für den Antriebsstrang.

Die DE 201 06 177 U1 betrifft einen Kollergang mit Zusatzantrieb, der eine direkte Drehmomentenregelung aufweist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Kosten für die Regeleinrichtungen zu verringern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 14 gelöst.

Die erfindungsgemäße Rollenmühle weist einen Mahlteller, wenigstens eine Mahlrolle sowie wenigstens zwei Motoren (Antriebe) mit Ständer- und Läuferwicklung zum Antreiben der Rollenmühle auf und ist mit wenigstens einer Regeleinrichtung zur Regelung des Motormomentes wenigstens eines Antriebes ausgestattet. Die Regeleinrichtung ist dabei an die Läuferwicklung wenigstens eines Antriebes zur Beeinflussung des Läuferstromes angeschlossen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut mit einer Rollenmühle, die einen Mahlteller, wenigstens eine Mahlrolle, wenigstens zwei Antriebe mit Ständer- und Läuferwicklung zum Antreiben der Rollenmühle sowie wenigstens eine Regeleinrichtung zur Regelung des Motormomentes aufweist, wird die Regeleinrichtung an die Läuferwicklung wenigstens eines Antriebes angeschlossen, um durch Regelung des Motormomentes eine Ausgleichregelung durchzuführen. Dabei erfolgt die Regelung durch Beeinflussung des Stroms der Läuferwicklung wenigstens eines Antriebes, um die Leistung der Antriebe in einem vorgegebenen Verhältnis zueinander zu regeln.

Unter der Läuferwicklung im Sinne der Erfindung ist auch eine Kurzschlusswicklung eines Asynchronmotors mit Kurzschlussläufer zu verstehen.

Die Beeinflussung des Motormomentes erfolgt durch direkte Beeinflussung des Läuferstromes, wobei eine indirekte Beeinflussung des Ständerstromes hervorgerufen wird.

Die Beeinflussung des Läuferstromes kann beispielsweise durch Umrichter erfolgen, dessen Leistung sich bei dieser Art der Beeinflussung nach der Drehzahlabweichung zwischen dem Betriebs- und den Nennpunkt richtet, die im Allgemeinen $\leq 30\%$ der Nennmotorleistung ist. Es können somit Umrichter mit einer wesentlich geringeren Leistung zum Einsatz kommen. Da die Umrichterkosten nahezu proportional zu ihrer Leistung sind, kann hier eine Kosteneinsparung von bis zu 70% und mehr erreicht werden. Die Aufteilung des Antriebes der Rollenmühle auf mehrere Antriebe hat zudem den Vorteil, dass entsprechend kleinere Motoren und einfachere Getriebe zum Einsatz kommen können. Außerdem kann das System so ausgelegt werden, dass der Mahlbetrieb bei Ausfall eines Antriebes nicht unterbrochen werden muss (Redundanz).

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Antriebe werden vorzugsweise durch Asynchronmotoren und der mindestens eine zu beeinflussende Motor wird insbesondere durch einen Schleifringmotor gebildet. Die Leistung der Regeleinrichtung kann weniger als 50%, vorzugsweise maximal 30% der Nennleistung des zugehörigen Antriebes betragen. Als Regeleinrichtungen kommen beispielsweise ein Frequenzumrichter, eine Stromrichter-kaskade oder ein Matrixumrichter zum Einsatz. Dabei ist es denkbar, dass die Regeleinrichtung ortsfest angeordnet ist oder mit dem Rotor des Antriebs mitrotiert.

Durch die entsprechend geringere Leistung der Regeleinrichtung kann ein Niederspannungssystem vorgesehen werden, dessen Spannung beispielsweise maximal 690 V beträgt.

Die wenigstens zwei Antriebe können dabei wahlweise die Mahlrollen und/oder den Mahlteller antreiben.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung werden im Folgenden anhand der Beschreibung und der Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Rollenmühle mit einer Ausgleichsregelungsvorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer als Frequenzumrichter mit Spannungszwischenkreis ausgebildeten Regeleinrichtung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer als Stromrichter-kaskade ausgebildeten Regeleinrichtung,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer als Matrixumrichter ausgebildeten Regeleinrichtung und

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer mit dem Rotor mitrotierenden Regeleinrichtung.

Die in Fig.1 dargestellte Rollenmühle 1 weist einen Mahlteller 10, wenigstens zwei Mahlrollen 11, 12 sowie wenigstens zwei Antriebe 13, 14 zum Antreiben der beiden Mahlrollen 11, 12 auf. Jeder Antrieb umfasst einen Motor und optional ein Getriebe. Im Rahmen der Erfindung können selbstverständlich auch mehrere Mahlrollen, insbesondere drei, vier oder mehr Mahlrollen vorgesehen werden.

Der Mahlteller 10 ist um eine Drehachse 10a frei drehbar, sodass er lediglich über die angetriebenen Mahlrollen 11, 12 und das zwischen Mahlrolle und Mahlteller befindliche Mahlgut 3 in Rotation versetzt wird. Es wäre aber auch denkbar, dass dem Mahlteller ein eigener Antrieb der aus mindestens einem Motor besteht, zugeordnet wird.

Die Übertragung der Drehbewegung der Mahlrollen 11, 12 auf den Mahlteller 10 erfolgt über das Mahlgut 3. Durch das in der Praxis nicht gleichmäßig ausgebildete Mahlgutbett ändert sich das Übersetzungsverhältnis von Mahlrolle zu Mahlteller laufend. Das Übersetzungsverhältnis wird letztendlich durch den Abstand des Kraftangriffspunktes zwischen Mahlrollenachse und Mahltellerachse bestimmt. In der Zeichnung ist der Abstand r_1 des Kraftangriffspunktes der Mahlrolle 11 zur Drehachse 10a kleiner als der Abstand r_2 des Kraftangriffspunktes der Mahlrolle 12 zur Drehachse 10a.

Schon ein geringes unterschiedliches Übersetzungsverhältnis führt jedoch dazu, dass bei nahezu gleicher Drehzahl der Mahlrollen 11, 12 unterschiedliche Drehmomente auf den Mahlteller übertragen werden. Dadurch wird der eine Antrieb gegenüber dem anderen Antrieb abgebremst bzw. beschleunigt.

Auch eine Lastausgleichsregelung und die damit verbundenen relativ gleichen Drehmomente, führen aufgrund der unterschiedlichen Übersetzungsverhältnissen zu unterschiedlichen Leistungen. Diese daraus resultierenden starken Leistungsschwankungen der Antriebe haben einen erhöhten Energiebedarf zur Folge. Außerdem wird die gewünschte Leistungsverteilung zwischen den Antrieben damit zerstört.

Um diese Auswirkungen zu vermeiden ist eine Ausgleichsregelungsvorrichtung 2 vorgesehen, wobei durch Regelung des Motormomentes (und damit optional auch die Läuferdrehzahl) wenigstens eines Antriebes die Leistung der Antriebe 13, 14 in einem vorgegebenen Verhältnis zueinander geregelt werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind für die beiden identisch ausgebildeten Mahlrollen 11, 12 gleiche Antriebe 13, 14 vorgesehen, sodass die Ausgleichsregelungsvorrichtung 2 die Leistung der beiden Antriebe auf gleichem Niveau hält.

Es wäre aber auch denkbar, dass neben ein oder mehreren Mahlrollen auch der Mahlteller über einen eigenen Antrieb verfügt oder unterschiedlich große Mahlrollen zum Einsatz kommen. In diesen Fällen könnten die Antriebe mit unterschiedlichen Leistungen betrieben werden.

Die Ausgleichsregelungsvorrichtung 2 besteht im dargestellten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen aus je einer den Antriebe 13, 14 zugeordneten Regeleinrichtung 20, 21, die als Umrichter ausgebildet ist, einem Leistungsausgleichsregler 22 und ggf. einem Mahltellerdrehzahlregler 23.

Die Antriebe 13, 14 werden vorzugsweise durch Asynchronmotoren, insbesondere durch Schleifringmotoren gebildet, dessen Ständerwicklung 13a, 14a an ein Netz 15 (Drehstromnetz, Nieder- oder Mittelspannung) und dessen Läuferwicklung 13b, 14b an die Regeleinrichtung 20 bzw. 21 angeschlossen sind. Bei den Regeleinrichtungen 20, 21 handelt es sich bevorzugt um Niederspannungssysteme mit einer maximalen

Spannung von 690 V. Sie sind daher ggf. über einen Transformator 16 an das Netz 15 angeschlossen.

Die Regeleinrichtungen 20, 21 messen von den Antrieben 13, 14 den momentanen Motorstrom und die Motorspannung. Daraus wird die Leistungsaufnahme jedes Antriebs ermittelt und ein gleitender Summenmittelwert gebildet, der mit einem Faktor (bei gleichen Leistungen der hier dargestellten 2 Antriebe = 0,5) gewichtet wird und den Sollwert des Antriebes darstellt. Bei nahezu konstantem Widerstandsmoment hängt dieser Wert im Wesentlichen nur von der Drehzahl des jeweiligen Antriebes ab.

Eine Abweichung zwischen Antriebs-Istleistung und Antriebs-Sollleistung wird auf den Leistungsausgleichsregler 22 gegeben, welcher eine Leistungsanpassung der beiden Antriebe 13, 14 bewirkt, indem der Läuferstrom des jeweiligen Antriebs entsprechend angepasst wird, sodass die Leistung der beiden Antriebe in dem vorgegebenen Verhältnis, im vorliegenden Fall auf gleiches Niveau, geregelt wird.

Zweckmäßigerweise wird eine zusätzliche Regelung für die Mahltellerdrehzahl vorgesehen, die hier durch den Mahltellerdrehzahlregler 23 verwirklicht ist. Der Mahltellerdrehzahlregler 23 steht mit einem nicht näher dargestellten Mahltellerdrehzahlsensor in Verbindung und erhält in ausreichend geringen Abständen den Istwert der Drehzahl des Mahltellers 10, der mit dem Sollwert n_{Soll} verglichen wird, woraus sich die Regelabweichung ergibt. Daraus erzeugt der Regler bei einem fest angenommenen Übersetzungsverhältnis die Solldrehzahl für die Leistungsausgleichsvorrichtung 22, welche diesen Wert verändern kann.

Die Regeleinrichtung 20, 21 kann auch über einen internen Drehzahlregler und ein mitlaufendes Motormodell verfügen, wodurch die Antriebsdrehzahl der Antriebe und das Motormoment abgegriffen werden können. Zweckmäßigerweise müssen die Regeleinrichtungen in der Lage sein, Steuer- und Zustandsdaten alle 5-10 ms

einzulesen bzw. auszugeben, damit die Funktion der Ausgleichsregelungsvorrichtung gewährleistet ist.

Regelungstechnisch stellt sich das System als Kaskadenregelung dar, wobei die
5 einzelnen Ebenen dynamisch voneinander entkoppelt sind und somit einzeln betrachtet werden können. Der Vorteil der oben beschriebenen Regelung besteht darin, dass mit einer Leistungsausgleichsregelung die Leistungsaufnahmen der Antriebe 13, 14 nur geringfügig voneinander abweichen und selbst starke Änderungen im System (Übersetzungssprung) sehr schnell korrigiert werden.

10 Weiterhin ist von Vorteil, dass nahezu vollständig auf aufwändige und wartungsintensive Messtechnik verzichtet werden kann, da die eingesetzten Umrichter alle relevanten Daten bis auf die Mahltellerdrehzahl bereitstellen. Mit den Regeleinrichtungen 20, 21 können darüber hinaus die Regeleingriffe nahezu
15 leistungslos erfolgen, sodass der Gesamtwirkungsgrad auf dem Niveau eines ungeregelten Antriebs liegt.

Die Regeleinrichtungen 20, 21 werden zweckmäßigerweise durch Umrichter gebildet, wobei es nicht erforderlich ist, dass die gesamte Leistung der Antriebe 13,
20 14 durch die Regeleinrichtung 20, 21 regelbar ist, wie das bisher im Stand der Technik der Fall ist. Wird die Regeleinrichtung mit der Läuferwicklung der Antriebe verbunden, kann zur Regelung der Läuferstrom beeinflusst werden. Diese Art der Beeinflussung der Antriebe bietet die Möglichkeit, dass die Leistung der Regeleinrichtungen wesentlich kleiner als die Nennleistungen der zugeordneten
25 Antriebe gewählt werden kann. Vorzugsweise beträgt die Leistung der Regeleinrichtungen weniger als 50%, vorzugsweise maximal 30% der Nennleistung der zugeordneten Antriebe. Nachdem die Kosten der als Umrichter ausgebildeten Regeleinrichtungen proportional von der Leistung der Regeleinrichtungen abhängen, können auf diese Weise 50 bzw. 70% und mehr an Kosten für die
30 Regeleinrichtungen eingespart werden.

Anhand der Figuren 2 bis 5 werden im Folgenden verschiedene Ausführungsbeispiele für die Regelungseinrichtung 20 bzw. 21 dargestellt.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist die Regeleinrichtung 20 bzw. 21 als Frequenzumrichter 20.1 mit Spannungszwischenkreis ausgebildet. Er besteht im Wesentlichen aus einer Eingangsstufe 20a und einer Ausgangsstufe 20b und einem Zwischenkreis 20c. Die Eingangsstufe 20a wandelt den frequenzfesten Drehstrom in Gleichstrom für den Zwischenkreis um und umgekehrt (Rückspeiseweg), während die Ausgangsstufe den Gleichstrom in frequenzvariablen Wechselstrom und umgekehrt umwandelt. Der Zwischenkreis 20c weist einen Kondensator auf und dient zu Entkopplung der Eingangs- und Ausgangsstufe (Energiespeicher).

Mit dieser Regelungseinrichtung ist eine Drehzahlverringerung (Rückspeisung der Energie ins Netz) aber auch eine Drehzahlerhöhung (zusätzliche Energiezufuhr) möglich. Dabei kann die Magnetisierung des Motors gezielt beeinflusst werden (auch als kapazitive Last gegenüber dem Netz darstellbar).

Weiterhin kann ein Anlaufmodul 20d vorgesehen werden, das aber nur dann notwendig ist, wenn der Antrieb 13, 14 unter Nennlast (oder darüber) anlaufen muss. Dann wird während des Anlaufs statt der Regeleinrichtung das Anlaufmodul 20d an die Läuferwicklung geschaltet. Wird hingegen die Rollenmühle lastfrei (evtl. auf Teillast < 50% der Nennlast) gestartet, ist dieses Anlaufmodul nicht erforderlich.

In Fig. 3 ist die Regelungseinrichtung 20, 21 als Stromumrichter-kaskade 20.2 ausgebildet. Es handelt sich dabei um eine untersynchrone Umrichter-kaskade. Durch gezielte Strombeeinflussung lässt sich der Motorschlupf und damit die Drehzahl, bzw. das Motormoment des Antriebs gezielt beeinflussen. Dazu wird der Läuferstrom über einen Gleichrichter 20e gleichgerichtet und über einer Induktivität 20f zwischengespeichert. Über eine Thyristorstufe 20g kann die Stromrichter-kaskade Energie in das Netz zurückspeisen.

Der Vorteil der Stromrichter-kaskade besteht darin, dass ein Betrieb in der Nähe der Synchron-drehzahl für die Bauteile unproblematisch ist. Weiterhin kommt sie mit weniger Bauteilen als der Frequenzumrichter 20.1 aus, wobei insbesondere auf den Zwischenkreiskondensator verzichtet werden kann, wodurch sich die Lebensdauer erhöht.

Die Regeleinrichtung 20, 21 des in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiels wird durch einen Matrixumrichter 20.3 gebildet. Durch entsprechende Schaltelemente werden die frequenzfesten Eingangsphasen zeitrichtig so miteinander verschaltet, dass frequenzvariable Ausgangsspannungen bereit gestellt werden können. Dabei ist der Energiefluss in beiden Richtungen möglich. Der Vorteil eines Matrixumrichters besteht darin, dass keine Speicherbausteine (Kapazität oder Induktivität) notwendig sind. Auch hier ist ein Betrieb in der Nähe der Synchron-drehzahl für die Bauteile durch deren Betriebsweise unproblematisch. Darüber hinaus ist der Energiefluss ohne Zusatzbauteile in beide Richtungen möglich. Diese Regeleinrichtung dürfte daher gegenüber den anderen Ausführungsbeispielen einen besseren Wirkungsgrad aufweisen.

Fig. 5 zeigt schließlich noch eine schematische Darstellung einer mit der Läuferwicklung 13a, 14a mitrotierenden Regeleinrichtung 20, 21. Dies eröffnet die Möglichkeit, den Energiefluss zum Beispiel über eine induktive Kopplung statt über Schleifringe zu übertragen. Es kann dadurch auf Schleifringe verzichtet werden.

Durch die Beeinflussung des Läuferstromes über die Regeleinrichtungen 20, 21 kann die erforderliche Leistung der Regeleinrichtungen in Abhängigkeit der Drehzahlabweichung zwischen dem Betriebs- und Nennpunkt ausgelegt werden. Die erforderliche Leistung der Regeleinrichtung wird daher im Allgemeinen maximal 30% der Nennmotorleistung des Antriebes betragen.

Während früher Rollenmühlen üblicherweise lediglich über den Mahlteller angetrieben wurden und dabei ein entsprechend groß ausgelegter Antrieb erforderlich

war, können bei einem Einsatz von mehreren Antrieben auch Mittel- oder Niederspannungsmotoren zum Einsatz kommen, die deutlich geringere Verkabelungs- und Anschaltkosten erfordern. Durch die entsprechend geringere Leistung der Regelungseinrichtungen können außerdem auch
5 Niederspannungsregleinrichtungen zum Einsatz kommen, selbst wenn große Motorleistungen zu regeln sind.

Damit ist es möglich den Mehrmotorenantrieb sicherer und kostengünstiger als den klassischen Einmotorenantrieb zu realisieren. Auch sind größere
10 Mühlenantriebsleistungen ohne großen Aufwand denkbar.

Patentansprüche

1. Rollenmühle mit einem Mahlteller (10), wenigstens einer Mahlrolle (11, 12) sowie wenigstens zwei Antrieben (13, 14) mit Ständer- und Läuferwicklung (13a, 14a; 13b, 14b) zum Antreiben der Rollenmühle und wenigstens einer Regeleinrichtung (20, 21) zur Regelung des Motormomentes wenigstens eines Antriebs,

dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (20, 21) an die Läuferwicklung (13b, 14b) wenigstens eines Antriebes (13, 14) zur Beeinflussung des Läuferstromes angeschlossen ist.

2. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe (13, 14) durch Asynchronmotoren gebildet werden.

3. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens n-1 (n=Anzahl der Antriebe) Antriebe (13, 14) durch Schleifringmotoren gebildet werden.

4. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung der Regeleinrichtung (2) weniger als 50%, der Nennleistung des zugeordneten Antriebs (13, 14) beträgt.

5. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung der Regeleinrichtung (2) vorzugsweise maximal 30%, der Nennleistung des zugeordneten Antriebs (13, 14) beträgt.

6. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Istwerte der Antriebe (13, 14) über ein mitlaufendes Motormodell gewonnen werden.

7. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Regeleinrichtung (20, 21) um einen Frequenzumrichter (20.1) handelt.
- 5 8. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Regeleinrichtung (20, 21) um eine Stromrichter-kaskade (20.2) handelt.
9. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Regeleinrichtung (20, 21) um einen Matrixumrichter (20.3) handelt.
- 10 10. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung (20, 21) mit dem Läufer des Antriebs mitrotiert.
11. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Regeleinrichtung (20, 21) um ein Niederspannungssystem handelt.
- 15 12. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung des Niederspannungssystems maximal 690V beträgt.
13. Rollenmühle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Mahlrolle (11, 12) je einen und/oder der Mahlteller (10) mindestens einen zugeordneten Antrieb (13, 14) aufweisen.
- 20 14. Verfahren zur Zerkleinerung von Mahlgut mit einer Rollenmühle, die einen Mahlteller (10), wenigstens eine Mahlrolle (11, 12), wenigstens zwei Antriebe (13, 14) mit Ständer- und Läuferwicklung (13a, 14a) zum Antreiben der Rollenmühle sowie wenigstens eine Regeleinrichtung (20, 21) zur Regelung des Motormomentes aufweist, wobei durch Regelung des Motormomentes wenigstens eines Antriebs eine Ausgleichsregelung durchgeführt wird,
- 25 30 dadurch gekennzeichnet, dass die Regeleinrichtung an die Läuferwicklung wenigstens eines Antriebes (13, 14) angeschlossen ist und die Regelung durch

Beeinflussung des Stroms in der Läuferwicklung (13a, 14a) erfolgt, um die Leistung der Antriebe in einem vorgegebenen Verhältnis zueinander zu regeln.

5 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Ausgleichsregelung um eine Lastausgleichsregelung handelt.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Ausgleichsregelung um eine Leistungsausgleichsregelung handelt.

10 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl der Antriebe (13, 14) derart geregelt wird, dass zusätzlich eine vorgegebene Drehzahl des Mahltellers (10) aufrechterhalten wird.

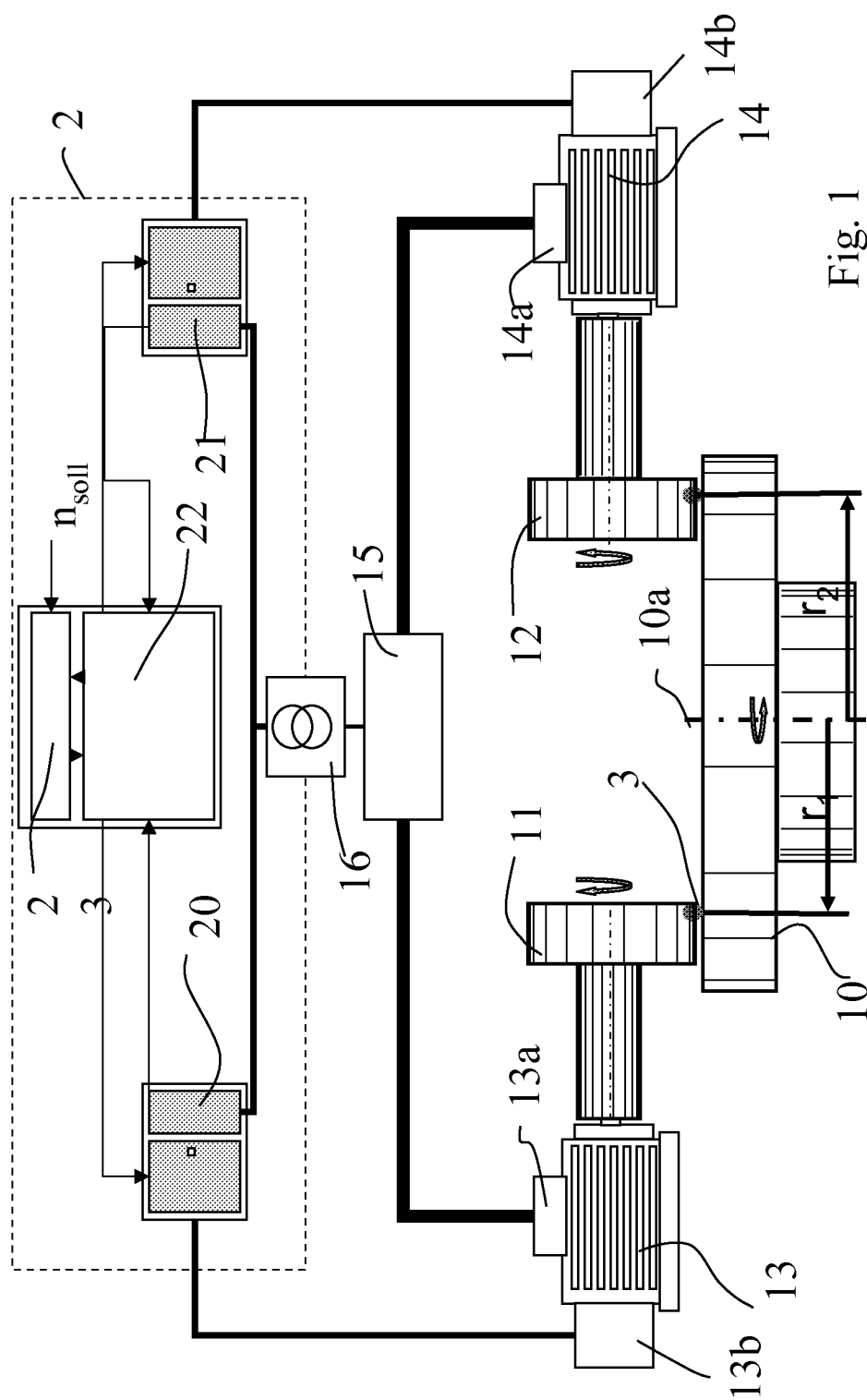


Fig. 1

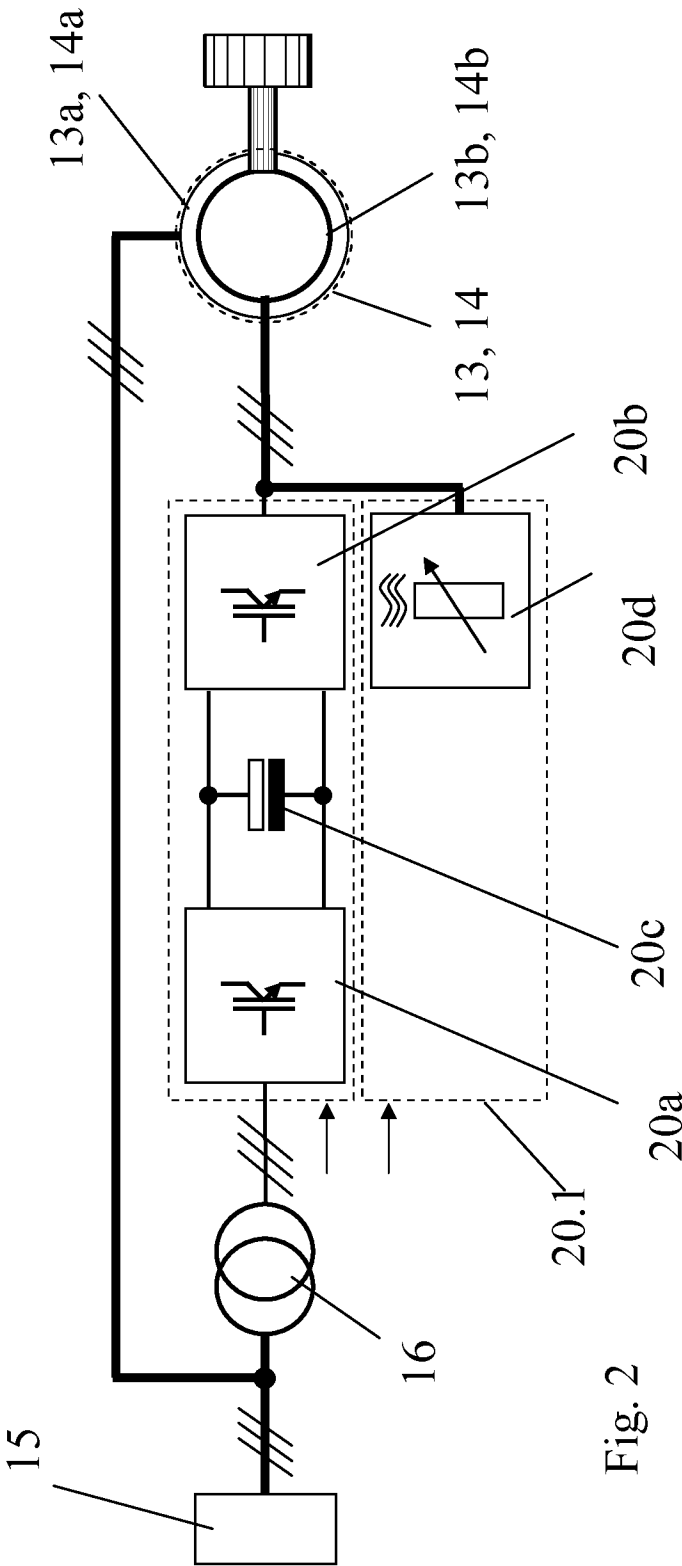


Fig. 2

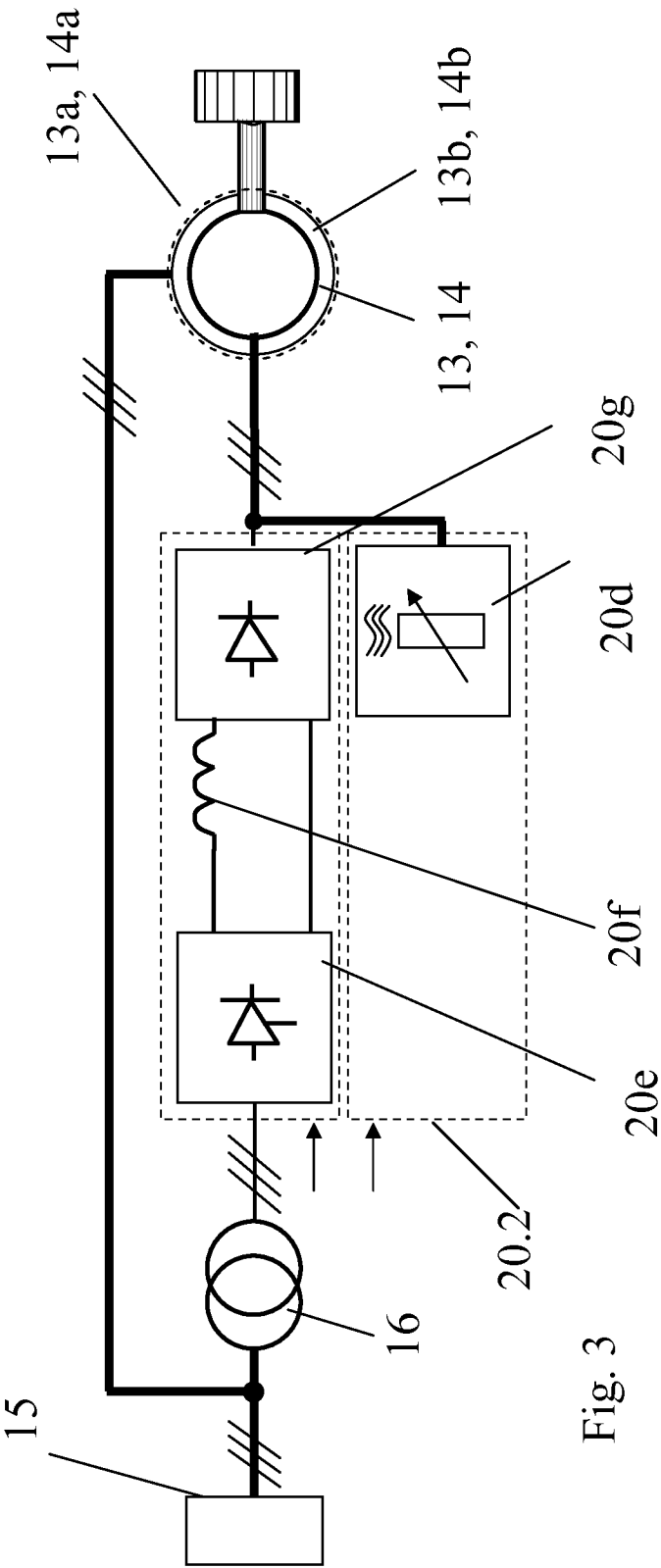


Fig. 3

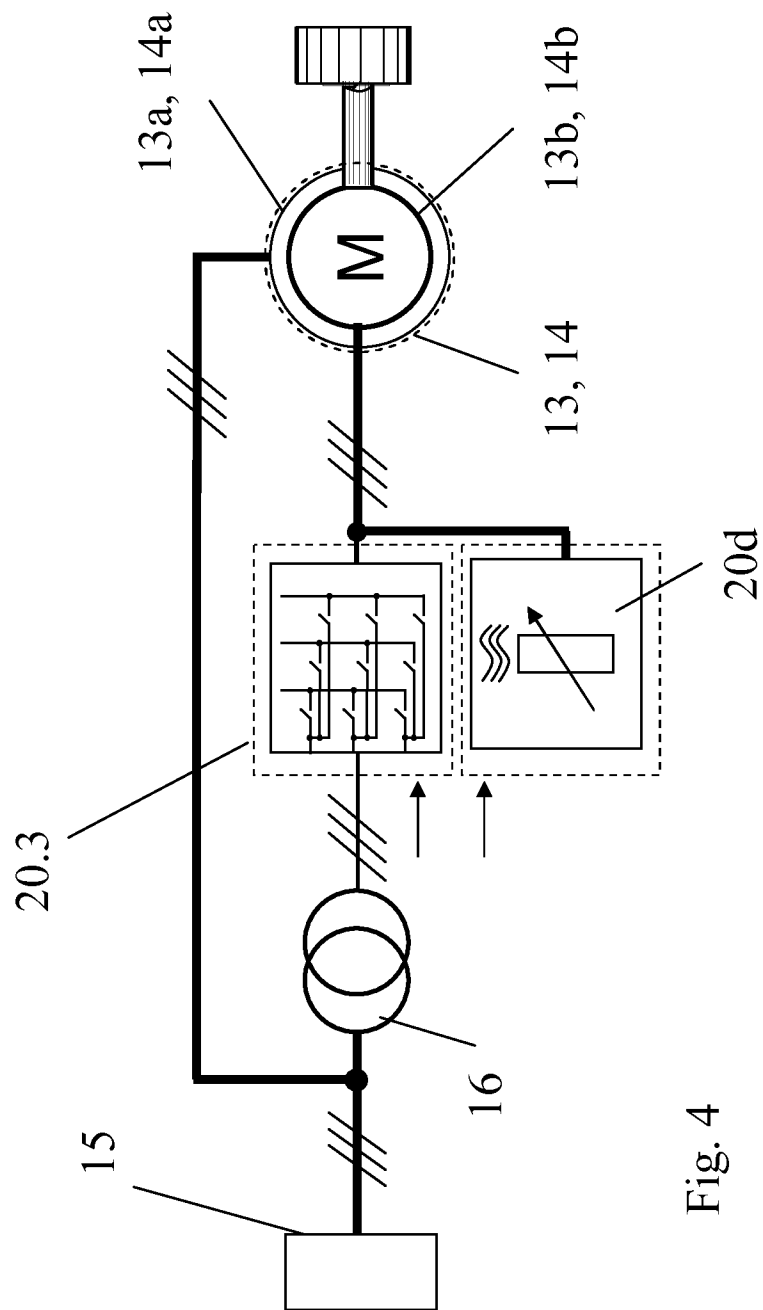


Fig. 4

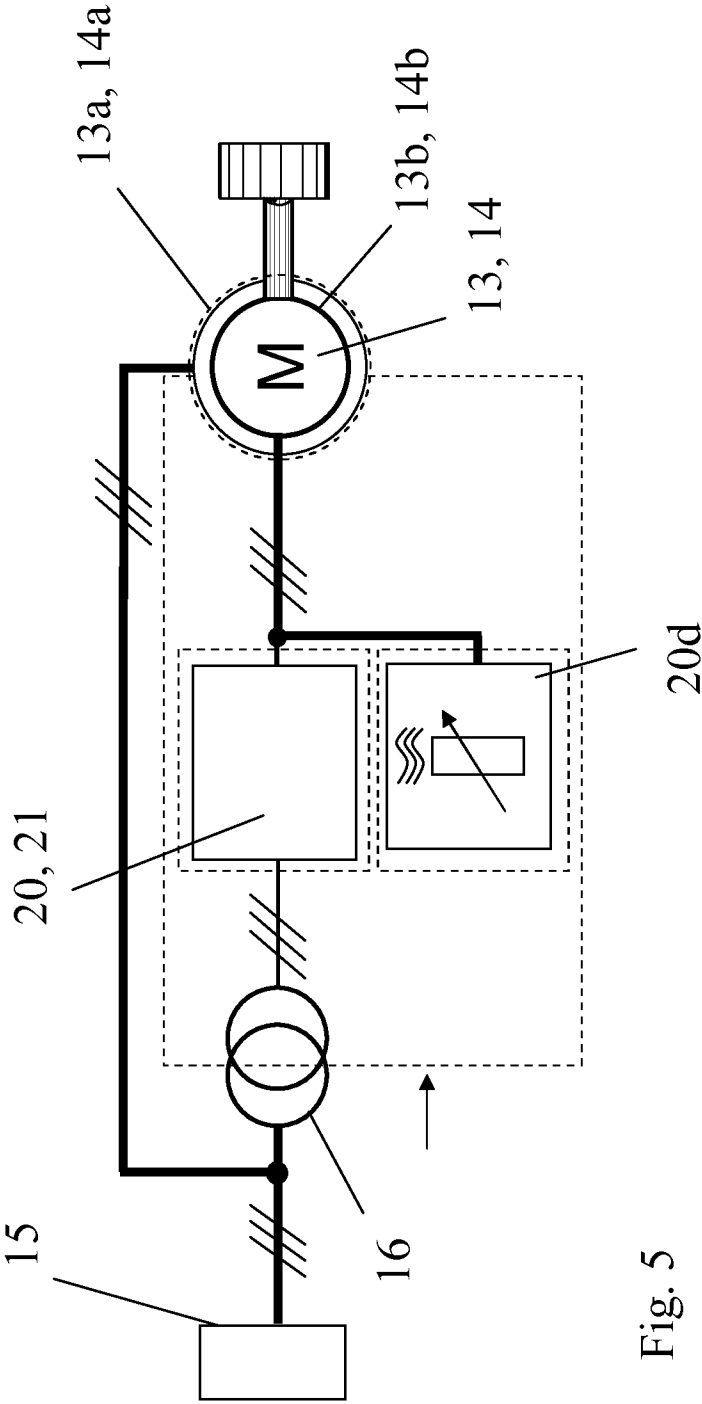


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/059883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B02C15/00 B02C25/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 02 854 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 30 July 1998 (1998-07-30) cited in the application column 4, line 64 - column 5, lines 5,33-521; figures 1,2	1,13-15
A	DE 43 25 187 A1 (KOBÉ STEEL LTD [JP]) 3 February 1994 (1994-02-03) Zusammenfassung page 1, line 53 - page 2, line 38; figures 1,2,5	6,13,14
P,A	WO 2009/030609 A (POLYSIUS AG [DE]; BERGER MARKUS [DE]; ZURHOVE FRANZ-JOSEF [DE]; KOENNI) 12 March 2009 (2009-03-12) page 2, line 22 - page 3, line 17 page 4, line 16 - page 5, line 22; figure 1	1,13,14, 16

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 Oktober 2009

Date of mailing of the international search report

20/10/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Strodel, Karl-Heinz

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/059883

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2008/095902 A (POLYSIUS AG [DE]; BERGER MARKUS [DE]; KOENNING LUDWIG [DE]; VOELLINK M) 14 August 2008 (2008-08-14) page 2, line 10 - page 3, line 2; figure 1 -----	1, 2, 7, 8, 13, 14, 16, 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/059883

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19702854	A1	30-07-1998	NONE	
DE 4325187	A1	03-02-1994	DK 87393 A US 5386945 A	22-03-1994 07-02-1995
WO 2009030609	A	12-03-2009	DE 102007041878 A1	05-03-2009
WO 2008095902	A	14-08-2008	DE 102007006092 A1 EP 1973665 A1	14-08-2008 01-10-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/059883

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B02C15/00 B02C25/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B02C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 02 854 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 30. Juli 1998 (1998-07-30) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 64 - Spalte 5, Zeilen 5,33-521; Abbildungen 1,2	1,13-15
A	DE 43 25 187 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 3. Februar 1994 (1994-02-03) Zusammenfassung Seite 1, Zeile 53 - Seite 2, Zeile 38; Abbildungen 1,2,5	6,13,14
P,A	WO 2009/030609 A (POLYSIUS AG [DE]; BERGER MARKUS [DE]; ZURHOVE FRANZ-JOSEF [DE]; KOENNI) 12. März 2009 (2009-03-12) Seite 2, Zeile 22 - Seite 3, Zeile 17 Seite 4, Zeile 16 - Seite 5, Zeile 22; Abbildung 1	1,13,14, 16
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden, ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Oktober 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/10/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Strodel, Karl-Heinz

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/059883

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	WO 2008/095902 A (POLYSIUS AG [DE]; BERGER MARKUS [DE]; KOENNING LUDWIG [DE]; VOELLINK M) 14. August 2008 (2008-08-14) Seite 2, Zeile 10 - Seite 3, Zeile 2; Abbildung 1 -----	1,2,7,8, 13,14, 16,17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/059883

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19702854	A1	30-07-1998	KEINE
DE 4325187	A1	03-02-1994	DK 87393 A 22-03-1994 US 5386945 A 07-02-1995
WO 2009030609	A	12-03-2009	DE 102007041878 A1 05-03-2009
WO 2008095902	A	14-08-2008	DE 102007006092 A1 14-08-2008 EP 1973665 A1 01-10-2008