

(19)



(11)

EP 3 094 409 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.03.2018 Patentblatt 2018/10

(51) Int Cl.:
B02C 17/18 (2006.01) **B02C 17/24** (2006.01)
B02C 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15711688.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/055212

(22) Anmeldetag: **12.03.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/144444 (01.10.2015 Gazette 2015/39)

(54) **LÖSEN EINER ANHAFTENDEN LADUNG VON EINER INNENWAND EINES MAHLROHRES**

RELEASE OF A LOCKED CHARGE FROM AN INTERNAL WALL OF A GRINDING TUBE

DÉTACHEMENT D'UNE CHARGE ADHÉRANT À LA PAROI INTÉRIEURE D'UN TUBE BROYEUR

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA

(30) Priorität: **24.03.2014 EP 14161257**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
• **BÖHNLEIN, Rudolf**
96052 Bamberg (DE)
• **MENSING, Dirk**
46414 Rhede (DE)
• **THUILOT, Jürgen**
46397 Bocholt (DE)
• **WACKER, Bernd**
91074 Herzogenaurach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 2 525 914 WO-A1-2005/092508
DE-A1-102011 004 416

EP 3 094 409 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 ein Verfahren zum Lösen einer anhaftenden Ladung von einer Innenwand eines Mahlrohres sowie eine Anordnung zum Lösen einer anhaftenden Ladung von einer Innenwand eines Mahlrohres.

[0002] Rohrmühlen werden vorzugsweise zum Mahlen von sprödem Material, insbesondere Erz, eingesetzt. Der Mahlvorgang findet in einem horizontal ausgerichteten Mahlrohr der Rohrmühle statt. Das mit einer Ladung befüllte Mahlrohr rotiert während des Mahlvorganges um seine Längsachse. Typische Rohrmühlen können ein Mahlrohr mit einem Durchmesser von 2m bis 11m und einer Länge von bis zu 25m aufweisen. Die Antriebsleistung solcher Rohrmühlen liegt üblicherweise im Bereich von 5MW bis 15MW, wobei bevorzugt sog. Schleifringläufermotoren eingesetzt werden.

[0003] Es ist nicht unüblich, dass der Betrieb einer Rohrmühle für einen längeren Zeitraum unterbrochen wird und das Mahlrohr stillsteht. Ein solcher Stillstand kann beispielsweise auf Grund einer intermittierenden Be- bzw. Entladung des Mahlrohres, infolge von Wartungsarbeiten oder durch Betriebsstörungen eintreten.

[0004] Während das Mahlrohr stillsteht kann es zu einer Verfestigung bzw. einem Sedimentieren der im Mahlrohr befindlichen Ladung und zu einem Anhaften bzw. Kleben der Ladung an der Innenwand des Mahlrohres kommen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer anhaftenden Ladung oder einer "frozen charge". Bei einer Wiederaufnahme des Betriebs der Rohrmühle besteht die Gefahr, dass die anhaftende Ladung sich in großer Höhe, insbesondere am höchsten Punkt des Innenwanddurchmessers, von der Innenwand des Mahlrohres löst, herabstürzt und folglich Schäden an der Rohrmühle hervorruft.

[0005] Üblicherweise sind Rohrmühlen deshalb mit Einrichtungen ausgestattet, die das Vorhandensein einer anhaftenden Ladung erkennen und im Falle einer Erkennung einer anhaftenden Ladung die Rohrmühle bzw. die Drehung des Mahlrohres anhalten. Wird eine anhaftende Ladung erkannt und die Rohrmühle infolgedessen angehalten, muss anschließend die anhaftende Ladung von der Innenwand des Mahlrohres gelöst werden.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zum Lösen einer anhaftenden Ladung von einer Innenwand eines Mahlrohres bekannt. Zum einen kann die anhaftende Ladung unter Einsatz von Personal unter Verwendung von Werkzeug, insbesondere Pressluftschlämmern, gelöst werden. Außerdem offenbart die WO 2005/092508 A1 ein Verfahren bei dem eine Antriebsvorrichtung des Mahlrohres zum gezielten Lösen der Ladung zu einer schwingenden bzw. schwellenden Drehung des Mahlrohres angesteuert wird. Des Weiteren offenbart die EP 2 525 914 B1 ein Verfahren bei dem ein auf das Mahlrohr aufgebracht Antriebsmoment um ein Referenzmoment variierend gesteigert wird.

[0007] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine vorteil-

hafte Lehre zum Lösen einer anhaftenden Ladung von einer Innenwand eines Mahlrohres anzugeben. Insbesondere liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein energieeffizientes Lösen einer anhaftenden Ladung unter Aufwendung von vergleichsweise einfacher Antriebs- und Steuerungstechnik zu erlauben.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einem Verfahren sowie einer Anordnung jeweils zum Lösen einer anhaftenden Ladung von einer Innenwand eines Mahlrohres mit den Merkmalen des jeweiligen unabhängigen Anspruchs. Zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen und der Beschreibung und beziehen sich auf das Verfahren sowie die Anordnung.

[0009] Bei dem Verfahren wird das Mahlrohr aus einer vorgebbaren, eingenommenen Drehposition antriebsfrei durch die Gewichtskraft der anhaftenden Ladung zurückgedreht, wobei zumindest eine Bewegungszustandsgröße des Mahlrohres ermittelt wird.

[0010] Die vorgebbare, eingenommene Drehposition kann eine Drehposition sein, in der ein ausreichend hohes Rückstellmoment um eine Rotationsachse des Mahlrohres auf das Mahlrohr einwirkt. Das Rückstellmoment kann aus einer Gewichtskraft der anhaftenden Ladung bzw. aus dem Produkt der Gewichtskraft und einem Hebelarm resultieren. Das Rückstellmoment kann als ausreichend hoch erachtet werden, wenn es ein selbsttätiges Zurückdrehen des Mahlrohres in Richtung einer rotatorischen Ausgangslage bzw. hin zu einer stabilen Gleichgewichtslage des Mahlrohres bewirken kann.

[0011] Das Mahlrohr wird antriebsfrei durch die Gewichtskraft bzw. das Rückstellmoment zurückgedreht, also beschleunigt, bzw. dreht sich selbsttätig in Richtung der Gleichgewichtslage. Zweckmäßigerweise ist eine das Mahlrohr während eines Mahlvorgangs antreibende Antriebsvorrichtung, die beispielsweise einen Schleifringläufermotor aufweisen kann, während des Zurückdrehens ausgekuppelt und/oder abgeschaltet und/oder in einem Leerlauf befindlich.

[0012] Die zumindest eine ermittelte Bewegungszustandsgröße kann ein Drehwinkel und/oder eine Drehwinkelgeschwindigkeit und/oder eine Drehwinkelbeschleunigung des Mahlrohres sein.

[0013] Unter "ermittelt" ist, im gegebenen Zusammenhang und im Folgenden, eine zweckmäßige Bestimmung, eine Feststellung, eine Messung - jeweils in mittelbarer oder unmittelbarer Weise - oder einer Berechnung eines Wertes zu verstehen.

[0014] Das Mahlrohr wird in Abhängigkeit der zumindest einen ermittelten Bewegungszustandsgröße zum Lösen der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres abgebremst.

[0015] Vorteilhafterweise liegt die Abhängigkeit in einem Erreichen einer vorgebbaren und/oder ermittelten Drehwinkelgeschwindigkeit und/oder Drehwinkelbeschleunigung des Mahlrohres. Beispielsweise wird das Mahlrohr abgebremst, sobald es selbsttätig eine gewisse Drehwinkelgeschwindigkeit erlangt hat.

[0016] Zweckmäßigerweise wird das Mahlrohr durch eine Bremsvorrichtung, beispielsweise eine Betriebsbremse und/oder eine Feststellbremse, abgebremst. Das Mahlrohr kann ruckartig, also mit einer möglichst hohen Änderung der Drehwinkelbeschleunigung über einer Zeit und/oder bis zum Erreichen einer bestimmten Verzögerung abgebremst werden. Vorteilhafterweise kann eine zweckmäßig eingerichtete Steuerungs- bzw. Regelungsanordnung zu einem Ansteuern der Bremsvorrichtung zum Bewirken einer vorgebbaren Verzögerung vorhanden sein.

[0017] Durch das Abbremsen, also der entgegen der Bewegungsrichtung des Mahlrohres gerichteten Beschleunigung, wirkt eine Massenträgheitskraft der anhaftenden Ladung lösend auf die anhaftende Ladung ein, so dass es vorteilhafterweise zu einem Lösen der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres kommt.

[0018] Von besonderem Vorteil kann so erreicht werden, dass das eigentliche Lösen der anhaftenden Ladung antriebsfrei geschieht. Eine üblicherweise nicht unaufwändige Ansteuerung der Antriebsvorrichtung des Mahlrohres zum Lösen der anhaftenden Ladung kann so vorteilhafterweise vermieden werden. Weiter von Vorteil kann so eine nicht unerhebliche Einsparung von Antriebsenergie erreicht werden. Zudem von Vorteil, kann zum Lösen der anhaftenden Ladung eine üblicherweise bereits vorhandene Bremseinrichtung des Mahlrohres eingesetzt werden. So kann ein antriebstechnisch besonders kostengünstiges, energiesparendes und einfach umsetzbares Lösen der anhaftenden Ladung erreicht werden.

[0019] Vereinfacht ausgedrückt sieht das Verfahren vor, dass das Mahlrohr sich in einer Drehposition, in der ein hinreichend hohes Rückstellmoment durch das Gewicht der anhaftenden Ladung wirkt, selbsttätig in eine Drehung versetzt und bei Erreichen einer vorgebbaren Drehwinkelgeschwindigkeit eine Bremse derart gezielt bzw. dosiert angesteuert wird, dass es infolge einer so hervorgerufenen Massenträgheitskraft vorteilhafterweise zu einem Lösen der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres kommt.

[0020] Die Erfindung sieht außerdem eine Anordnung zum Lösen einer anhaftenden Ladung von einer Innenwand eines Mahlrohres vor. Die Anordnung weist eine Ermittlungseinrichtung, eine Antriebseinheit, eine Bremsvorrichtung und eine Steuereinrichtung auf.

[0021] Die Ermittlungseinrichtung ist derart eingerichtet, dass zumindest eine Bewegungszustandsgröße des Mahlrohres ermittelbar ist.

[0022] Die Ermittlungseinrichtung kann mit entsprechender Messtechnik bzw. Sensoren ausgestattet sein, um vorzugsweise einen Drehwinkel und/oder eine Drehwinkelgeschwindigkeit und/oder eine Drehwinkelbeschleunigung (auch: Drehwinkelverzögerung/Verzögerung) des Mahlrohres zu ermitteln. Durch Einbindung eines üblicherweise, bevorzugt in einer Leittechnik einer Rohrmühle, vorhandenen Tachometers in die Ermitt-

lungseinrichtung können insbesondere der Drehwinkel und die Drehgeschwindigkeit besonders kostengünstig und zuverlässig ermittelt werden.

[0023] Die Bremsvorrichtung ist zu einem Abbremsen des Mahlrohres mit einer vorgebbaren Verzögerung eingerichtet.

[0024] Zweckmäßigerweise weist die Bremsvorrichtung eine Betriebsbremse und/oder eine Feststellbremse auf, die jeweils zu einem Abbremsen des Mahlrohres vorbereitet sind. Die Bremsvorrichtung kann zur Übertragung eines Bremsdruckes und/oder einer Bremskraft und/oder eines Bremsmoments auf das Mahlrohr vorbereitet sein. Zweckmäßigerweise ist die Bremsvorrichtung derart vorbereitet, dass der Bremsdruck und/oder die Bremskraft und/oder das Bremsmoment steuer- bzw. regelbar sind.

[0025] Vorzugsweise werden der Bremsdruck und/oder die Bremskraft und/oder das Bremsmoment hydraulisch generiert.

[0026] Die Steuereinrichtung ist zur Ansteuerung der Bremsvorrichtung in Abhängigkeit der zumindest einen ermittelten Bewegungszustandsgröße und zu einer Ansteuerung der Antriebseinheit zu einem Abschalten einer Antriebsaktivität der Antriebseinheit bei einer vorgebbaren, eingenommenen Drehposition des Mahlrohres eingerichtet.

[0027] Vorteilhafterweise ist die Steuereinrichtung zur Steuerung des Bremsdruckes und/oder der Bremskraft und/oder des Bremsmoments der Bremsvorrichtung eingerichtet. Die Steuerung kann insbesondere in Abhängigkeit der durch die Ermittlungseinrichtung ermittelten Drehwinkelgeschwindigkeit des Mahlrohres erfolgen.

[0028] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen. Die Weiterbildungen beziehen sich sowohl auf das erfindungsgemäße Verfahren wie auch auf die erfindungsgemäße Anordnung.

[0029] Die Erfindung und die beschriebenen Weiterbildungen können sowohl in Software als auch in Hardware, beispielsweise unter Verwendung einer speziellen elektrischen Schaltung, realisiert werden.

[0030] Ferner ist eine Realisierung der Erfindung oder einer beschriebenen Weiterbildung möglich durch ein computerlesbares Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm gespeichert ist, welches die Erfindung oder die Weiterbildung ausführt.

[0031] Auch können die Erfindung und/oder jede beschriebene Weiterbildung durch ein Computerprogrammerzeugnis realisiert sein, welches ein Speichermedium aufweist, auf welchem ein Computerprogramm gespeichert ist, welches die Erfindung und/oder die Weiterbildung ausführt.

[0032] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die vorgebbare, eingenommene Drehposition durch eine angetriebene Drehung des Mahlrohres erreicht.

[0033] Die angetriebene Drehung kann durch einen Haupt- oder Nebenantrieb bzw. eine Antriebsvorrichtung des Mahlrohres bewirkt werden. Die vorgebbare, einge-

nommene Drehposition ist zweckmäßigerweise eine Position des Mahlrohres, bei der ein hinreichend großes Rückstellmoment durch die Gewichtskraft der anhaftenden Ladung hervorgerufen wird. Ein Rückstellmoment kann hinreichend groß sein, wenn es ein antriebsfreies, also selbsttätiges, Drehen des Mahlrohres in Richtung der bzw. tangential zur Gewichtskraft der anhaftenden Ladung bewirken kann. Beispielsweise kann die eingenommene Drehposition durch eine Drehung um einen betragsmäßigen Drehwinkel zwischen 80° und 130° ausgehend von einer rotatorischen Gleichgewichtslage des Mahlrohres eingenommen werden. Die angetriebene eingenommene Drehposition ist eine Position, in der es vorteilhafterweise nicht zu einem ungewollten Ablösen bzw. Herabstürzen der anhaftenden Ladung kommen kann.

[0034] Durch die angetriebene Drehung des Mahlrohres entgegen der Gewichtskraft der anhaftenden Ladung wird eine potentielle Energie der anhaftenden Ladung erhöht. Die derart aufgebaute Energie kann durch ein bloßes selbsttätiges Zurückdrehen des Mahlrohres in eine kinetische Energie gewandelt werden. Diese kinetische Energie steht sodann zum Lösen der anhaftenden Ladung zur Verfügung. Auf diese Weise kann ein antriebstechnisch besonders einfaches Lösen der anhaftenden Ladung erreicht werden, da die anhaftende Ladung lediglich in eine vorgebbare Drehposition gedreht werden braucht.

[0035] In einer weiteren Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die vorgebbare, eingenommene Drehposition des Mahlrohres durch einen in Abhängigkeit einer Ladungseigenschaft ermittelten Drehwinkel vorgegeben ist.

[0036] Die Ladungseigenschaft kann eine Ladungsmenge bzw. ein Füllstand des Mahlrohres und/oder ein materialspezifischer Kennwert und/oder ein empirischer der Ladung zugeordneter Wert sein. Beispielsweise kann bei einer bestimmten Ladung die Drehposition 40°, bei einer anderen bestimmten Position 80° - jeweils je nach Ladungseigenschaft - betragen. Durch die derartige Ermittlung des Drehwinkels kann auf einfache Weise erreicht werden, dass es nicht zu einem ungewollten Herabstürzen der Ladung und etwaigen Schäden an der Rohrmühle kommt.

[0037] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die eingenommene Drehposition des Mahlrohres durch einen Drehwinkel mit einem Betrag zwischen 40° und 80°, ausgehend von einer stabilen Gleichgewichtslage des Mahlrohres, vorgegeben.

[0038] Die stabile Gleichgewichtslage des Mahlrohres kann eine Drehposition des Mahlrohres sein, in der die potentielle Energie der anhaftenden Ladung minimal ist und/oder nicht hinreichend hoch ist, um ein selbsttätiges, antriebsfreies Drehen des Mahlrohres zu bewirken. Typischerweise wird diese Lage in einer sog. 6-Uhr-Stellung der anhaftenden Ladung erreicht.

[0039] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die zumindest eine ermittelte Bewegungszustandsgröße ein Drehwinkel und/oder eine Drehwinkelgeschwindigkeit

und/oder eine Drehwinkelbeschleunigung des Mahlrohres.

[0040] Zweckmäßigerweise können sowohl der Drehwinkel als auch die Drehwinkelgeschwindigkeit mit einem Tachometer ermittelt werden.

[0041] In einer vorteilhaften Ausführungsform wird das Mahlrohr während des Zurückdrehens zumindest einmal bis zum Stillstand abgebremst.

[0042] Zweckmäßigerweise wird das Mahlrohr ruckartig, also mit einer höchstmöglichen Änderung der Drehwinkelbeschleunigung über einer Zeit, bis zum Stillstand abgebremst. So können auf einfache Weise eine besonders hohe Trägheitskraft der anhaftenden Ladung und eine entsprechend besonders hohe lösende Kraft auf die anhaftende Ladung hervorgerufen werden.

[0043] Vorteilhafterweise kann das Mahlrohr auch mehr als einmal abgebremst werden, insbesondere dann, wenn es sich nach erfolgter Bremsung bis zum Stillstand erneut antriebsfrei in eine Drehung versetzt.

[0044] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird das Mahlrohr während des Zurückdrehens zumindest einmal mit einer vorgebbaren Verzögerung abgebremst.

[0045] Die vorgebbare Verzögerung kann ein oberer oder ein unterer Grenzwert sein. Ein oberer Grenzwert kann insbesondere aus einer Belastungsgrenze der Rohrmühle bzw. des Mahlrohres, insbesondere dessen Antriebsvorrichtung und/oder Bremsvorrichtung, resultieren. Beispielsweise kann ein oberer Grenzwert ein Wert sein, bei dessen Überschreiten infolge einer übermäßig hoher trägheitskraftbedingter mechanischen Beanspruchung mit einer Beeinträchtigung der Funktion der Rohrmühle zu rechnen ist. Ein unterer Grenzwert kann insbesondere ein Verzögerungswert sein, unterhalb dessen sich die anhaftende Ladung nicht infolge von Trägheitskräften von der Innenwand des Mahlrohres löst.

[0046] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung wird die vorgebbare Verzögerung in einer Abhängigkeit einer Ladungseigenschaft ermittelt.

[0047] Die vorgebbare Verzögerung kann ein unterer Grenzwert sein, unterhalb dessen nicht mit einem Lösen der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres zu rechnen ist.

[0048] Auf einfache Weise kann so eine wohldosierte Verzögerung des Mahlrohres erfolgen, ohne, dass unnötig hohe trägheitskraftbedingte mechanische Beanspruchungen der Rohrmühle bzw. des Mahlrohres hervorgerufen werden.

[0049] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird die vorgebbare Verzögerung in einer Abhängigkeit einer mechanischen Belastungsgrenze des Mahlrohres ermittelt.

[0050] Die vorgebbare Verzögerung kann ein oberer Grenzwert sein, oberhalb dessen mit einer Beschädigung des Mahlrohres und/oder mit einer Beeinträchtigung der Funktion der Rohrmühle infolge unzulässig hoher trägheitskraftbedingter mechanischer Beanspruchungen zu rechnen ist.

[0051] So kann auf einfache Weise eine mechanische Überlastung der Rohrmühle bzw. der Komponenten der

Rohrmühle beim Lösen der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres vermieden werden.

[0052] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist die Antriebseinrichtung zu einer angetriebenen Drehung des Mahlrohres in eine vorgebbare Drehposition vorbereitet, wobei die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Antriebseinrichtung in Abhängigkeit der zumindest einen ermittelten Bewegungsgröße und/oder einer Ladungseigenschaft vorbereitet ist.

[0053] Die in Abhängigkeit einer Ladungseigenschaft ermittelte Drehposition muss dabei nicht zwangsläufig durch die Anordnung ermittelt werden, sondern kann auch als ein Vorgabewert bzw. Eingangswert an die Steuereinrichtung übermittelt bzw. in diese eingegeben werden. Von besonderem Vorteil erfolgt die Ansteuerung der Antriebsvorrichtung auf besonders einfache Weise und kann sich auf eine Aktivierung und Deaktivierung des Antriebs beschränken.

[0054] In einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Anordnung eine Detektionseinheit auf, die zur Ermittlung eines LöSENS der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres in Abhängigkeit zumindest einer Bewegungszustandsgröße des Mahlrohres vorbereitet ist.

[0055] So kann auf einfache Weise ermittelt werden, ob ein zumindest einmaliges Abbremsen des Mahlrohres zum Lösen der anhaftenden Ladung von der Innenwand des Mahlrohres geführt hat.

[0056] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die Bremsvorrichtung eine mechanische Bremse, insbesondere eine Trommelbremse, vorzugsweise eine Scheibenbremse, auf.

[0057] Da mechanische Bremsen sind vielfach erprobt sind, kann vorteilhafterweise eine besonders zuverlässige Abbremsung des Mahlrohres erreicht werden. Vorzugsweise weist die Bremsvorrichtung eine Scheibenbremse auf, wodurch vorteilhafterweise besonders hohe Verzögerungen und damit lösende Kräfte bewirkt werden können.

[0058] In einer Ausführungsvariante weist die Ermittlungseinrichtung einen Polradgeber auf. Da Polradgeber vielfach erprobt und messgenau sind, kann vorteilhafterweise eine besonders zuverlässige und präzise Ermittlung, beispielsweise des Drehwinkels, erzielt werden.

[0059] Die Erfindung sieht des Weiteren ein Mahlrohr mit einer erfindungsgemäßen Anordnung vor.

[0060] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen enthält zahlreiche Merkmale, die in den einzelnen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammengefasst werden. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sowie der erfindungsgemäßen Anordnung gemäß den unabhängigen Ansprüchen kombinierbar.

[0061] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merk-

male und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf die darin angegebene Kombination von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explizit isoliert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und/oder mit einem beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

[0062] Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer Rohrmühle mit einem Mahlrohr an dessen Innenwand eine anhaftende Ladung anhaftet,

FIG 2 einen schematischen Aufbau einer Steuer- bzw. Regelanordnung zum Lösen einer anhaftenden Ladung von der Innenwand eines Mahlrohres,

FIG 3 einem schematischen Verlauf eines Drehwinkels über der Zeit mit korrespondierenden Verläufen einer Antriebs- und einer Bremsaktivität,

FIG 4 einem weiteren schematischen Verlauf eines Drehwinkels über der Zeit mit korrespondierenden Verläufen einer Antriebs- und einer Bremsaktivität,

FIG 5 eine schematische Darstellung einer typischen Antriebsvorrichtung zum angetriebenen Drehen eines Mahlrohres,

FIG 6 eine schematische Darstellung einer Rohrmühle in der Draufsicht,

FIG 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Rohrmühle in der Draufsicht und

FIG 8 eine weitere schematische Darstellung einer weiteren Rohrmühle in der Draufsicht.

[0063] FIG 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Rohrmühle 2 wie sie beispielsweise zum Mahlen von Erz verwendet wird. Die Rohrmühle 2 weist, einen Gestellkörper 4, ein kreiszylindrisches Mahlrohr 6 und eine Anordnung 8 mit einer Antriebsvorrichtung 10, einer Bremsvorrichtung 12 (von der Antriebsvorrichtung 10 verdeckt), einer Ermittlungseinrichtung 14 und einer Steuereinrichtung 16 auf.

[0064] Das Mahlrohr 6 ist drehbar um eine Rotationsachse 18 im Gestellkörper 4 gelagert und zur besseren Darstellbarkeit in einem Schnitt dargestellt. Das Mahlrohr 6 weist eine Innenwand 20 auf. Eine anhaftende Ladung 22 befindet sich im Inneren des Mahlrohres 6 und haftet an dessen Innenwand 20.

[0065] Die anhaftende Ladung 22 bzw. das Mahlrohr 6 befinden sich in einer von einer Gleichgewichtslage 24 ausgehend um einen Drehwinkel 26 gedrehten Drehpo-

sition 28. In der Drehposition 28 wirkt eine Gewichtskraft 30, die in einem Schwerpunkt 32 der anhaftenden Ladung 22 angreift. Die Gewichtskraft 30 bewirkt ein Rückstellmoment um die Rotationsachse 18.

[0066] Während eines üblichen Betriebes der Rohrmühle 2 treibt die Antriebsvorrichtung 10 das Mahlrohr 6 rotierend an. Eine nicht anhaftende Ladung (hier nicht dargestellt) wird infolgedessen durch Stoß-, Druck- und Scherkräfte, die zwischen der Ladung selbst, auf die Innenwand 20 und von ggfs. vorhandenen Kugel- oder Zylinderkörpern (Mahlkörpern) übertragen werden, zerkleinert. Wird der Mahlbetrieb der Rohrmühle 2 für eine hinreichend lange Zeitdauer unterbrochen, kann es wie eingangs beschrieben zu dem in FIG 1 dargestellten Anhaften der Ladung an der Innenwand 20 des Mahlrohres 6 kommen.

[0067] Im vorliegend dargestellten Fall mit an der Innenwand 20 des Mahlrohres 6 anhaftender Ladung 22 kann es bei einem Antreiben des Mahlrohres 6 durch die Antriebsvorrichtung 10 über eine gewisse Drehposition hinaus, beispielsweise eine Drehposition im betragsmäßigen Bereich von 90° bis 180°, zu einem ungewollten Herabstürzen der anhaftenden Ladung 22 infolge der dann verstärkt lösend einwirkenden Gewichtskraft 32 kommen. Der Drehwinkel der zu einem Herabstürzen der anhaftenden Ladung 22 führen kann, ist dabei unter anderem von einer Ladungseigenschaft 34, beispielsweise einem Füllstand des Mahlrohres 6 oder einer Materialeigenschaft der anhaftenden Ladung 22, abhängig.

[0068] Die Ermittlungseinrichtung 14 ist dazu ausgestattet, den aktuellen Drehwinkel 26 bzw. die aktuelle Drehposition 28 und/oder eine Drehwinkelgeschwindigkeit 36 und/oder eine Drehwinkelbeschleunigung 38 des Mahlrohres 6 zu ermitteln. Die Ermittlungseinrichtung weist einen Polradgeber 15 auf, der, wie in FIG 1 dargestellt, nicht notwendigerweise ein integraler Bestandteil der Ermittlungseinrichtung sein muss, sondern auch von dieser getrennt angeordnet sein kann.

[0069] Die Bremsvorrichtung 12 ist derart vorbereitet, dass das Mahlrohr 6 in Abhängigkeit der Drehwinkelgeschwindigkeit 36 und/oder der Drehposition 28 bzw. des Drehwinkels 26 abgebremst werden kann. Die Bremsvorrichtung 12 ist zur Übertragung eines Bremsdruckes und/oder einer Bremskraft und/oder eines Bremsmoments auf das Mahlrohr 6 vorbereitet. Außerdem ist die Bremsvorrichtung 12 derart vorbereitet, dass der Bremsdruck und/oder die Bremskraft und/oder das Bremsmoment steuer- bzw. regelbar sind. D.h. die Bremsvorrichtung 12 ist zu Ansteuerung durch die Steuereinrichtung 16 vorbereitet.

[0070] Die Steuereinrichtung 16 ist dazu vorbereitet, den Bremsdruck und/oder die Bremskraft und/oder das Bremsmoment in Abhängigkeit der Drehwinkelgeschwindigkeit 36 und/oder der Ladungseigenschaft 34 und/oder der Drehwinkelbeschleunigung 38 des Mahlrohres 6 zu steuern bzw. zu regeln.

[0071] Zum Lösen der anhaftenden Ladung 22 von der Innenwand 20 des Mahlrohres 6, bewegt die Antriebs-

vorrichtung 10 das Mahlrohr 6 ausgehend von der Gleichgewichtslage 24 in die Drehposition 28, wobei die Drehposition 28 in Abhängigkeit zu der Ladungseigenschaft 34 stehen kann. Dabei kann die angetriebene Drehung selbstverständlich auch entgegen der in FIG dargestellten Drehrichtung erfolgen, entscheidend ist lediglich der betragsmäßige Drehwinkel 26.

[0072] Nach Erreich der Drehposition 28 und einem Abschalten bzw. Auskuppeln der Antriebsvorrichtung 10 dreht sich das Mahlrohr 6 antriebsfrei (selbsttätig) -infolge der Gewichtskraft 30 bzw. dem aus der Gewichtskraft 30 resultierenden Rückstellmoment und die Rotationsachse 18- in Richtung der Gleichgewichtslage 24 entgegen der antriebsbedingten Drehrichtung. Die Ermittlungseinrichtung 14 ermittelt insbesondere während des selbsttätigen Drehens des Mahlrohres 6 aus der Drehposition 28 den sich einstellenden Drehwinkel 26 und/oder die Drehwinkelgeschwindigkeit 36 und/oder die Drehwinkelbeschleunigung 38 des Mahlrohres 6.

[0073] In Abhängigkeit der so ermittelten Drehwinkelgeschwindigkeit 36 steuert die Steuereinrichtung 16 den Bremsdruck bzw. die Bremskraft bzw. das Bremsmoment der Bremsvorrichtung 12 auf das Mahlrohr 6, derart, dass es zu einem gezielten Abbremsen des Mahlrohres 6 kommt. Durch das Abbremsen des Mahlrohres 6 wirkt eine Massenträgheitskraft der anhaftenden Ladung 22 lösend auf die anhaftende Ladung 22 ein, so dass es vorteilhafterweise zu einem Lösen der anhaftenden Ladung 22 von der Innenwand 20 des Mahlrohres 6 kommt.

[0074] Das Mahlrohr 6 wird insbesondere in einer Abhängigkeit der Ladungseigenschaft 34 abgebremst. D.h. beispielsweise je nach Ladungseigenschaft 34 bremst die Bremsvorrichtung 12 das Mahlrohr möglichst schnell bis zu einem Stillstand oder mit einer vorgebbaren Drehwinkelbeschleunigung 38 bzw. vorgebbaren Verzögerung 48 ab. Zudem kann sich die vorgebbare Verzögerung 39 an einer mechanischen Beanspruchungsgrenze der Rohrmühle 2 orientieren. So kann sichergestellt werden, dass keine mechanische Überlastung der Bremsvorrichtung 12 bzw. der Rohrmühle 2 durch übermäßig starkes Abbremsen auftritt.

[0075] Sollte nach einem einmalig erfolgten Abbremsen des Mahlrohres 6 kein Lösen der anhaftenden Ladung 22 erfolgt sein, kann der Vorgang wiederholt werden, bis das Mahlrohr 6 die Gleichgewichtslage 24 erreicht hat bzw. bis das durch die Gewichtskraft 32 generierte Rückstellmoment nicht mehr ausreicht, um das Mahlrohr 6 in eine selbsttätige Drehung zu versetzen.

[0076] Nach einem erfolglosen Zurückdrehen in die Gleichgewichtslage 24, kann das Mahlrohr 6 erneut in die Drehposition 28, bevorzugt auch in eine weiter gedrehte Drehposition, gedreht und die weiteren Verfahrensschritte zum Lösen der anhaftenden Ladung 22 können erneut durchlaufen werden.

[0077] FIG 2 zeigt einen schematischen Aufbau einer Steuer- bzw. Regelanordnung 8 zum Lösen einer anhaftenden Ladung 22 von einer Innenwand 20 eines Mahlrohres 6 (20, 22 siehe FIG 1).

[0078] Die Anordnung 8 weist eine Antriebsvorrichtung 10, eine Bremsvorrichtung 12, eine Ermittlungseinrichtung 14 und eine Steuereinrichtung 16 auf.

[0079] Zum Lösen einer anhaftenden Ladung 22 von der Innenwand 20 des Mahlrohres 6, ermittelt die Ermittlungseinrichtung 14 zumindest eine Bewegungszustandsgröße 40 des Mahlrohres 6. Die zumindest eine Bewegungszustandsgröße 40 bzw. die Bewegungszustandsgrößen 40 sind bevorzugt ein Drehwinkel 26 und/oder eine Drehwinkelgeschwindigkeit 36 und/oder eine Drehwinkelbeschleunigung 38, die das Mahlrohr 6 unter einer selbsttätigen schwerkraftbedingten Drehung einnimmt.

[0080] Ein Wert der zumindest einen Bewegungszustandsgröße 40 wird als Messsignal 42 an die Steuereinrichtung 16 übermittelt.

[0081] In einer Abhängigkeit der zumindest einen Bewegungszustandsgröße 40, bevorzugt in Abhängigkeit der Drehwinkelgeschwindigkeit 36 und der Drehwinkelbeschleunigung 38, steuert die Steuereinrichtung 16 über ein Steuersignal 44 die Bremsvorrichtung 12 an.

[0082] Die Bremsvorrichtung 12 bremst das Mahlrohr 6 über ein Einwirken eines Bremsmoments 46 (auch: Bremsdruck, -kraft) gezielt ab, wobei das Bremsmoment 46 in einer Abhängigkeit der durch die Ermittlungseinrichtung 14 ermittelten Bewegungszustandsgröße 40, bevorzugt der Drehwinkelbeschleunigung 38, geregelt oder zumindest gesteuert werden kann.

[0083] Eine vorgebbare Verzögerung 48 ist als ein Datum bzw. ein Wert in der Steuereinrichtung 16 hinterlegt. Die vorgebbare Verzögerung 48 kann ein temporär konstanter oder über der Zeit veränderlicher Wert sein, der insbesondere von einer Ladungseigenschaft 34 der anhaftenden Ladung 22 abhängt (22, 34 siehe FIG 1). Die Ladungseigenschaft 34 wird in Form eines Eingangswertes 50, der auch ein Satz von Werten sein kann, in die Steuereinrichtung 16 eingegeben oder von dieser erfasst. Dabei bezieht sich der Eingangswert 50 bevorzugt auf materialspezifische Eigenschaften der anhaftenden Ladung 22 und/oder einen Füllgrad des Mahlrohres 6.

[0084] Die Bremsvorrichtung 14 bremst das Mahlrohr derart bzw. wird derart von der Steuereinrichtung 16 über das Steuersignal 44 angesteuert, dass die vorgebbare Verzögerung 48 nicht überschritten (bei einem oberen Grenzwert) bzw. zumindest erreicht (bei einem unteren Grenzwert) wird.

[0085] Wird eine hinreichend hohe Drehwinkelbeschleunigung 38 (Verzögerung) infolge des Abbremsens erreicht, kommt es aus den eingangs beschriebenen Gründen zu einem Lösen der anhaftenden Ladung 22 von der Innenwand 20 des Mahlrohres 6.

[0086] Dem zeitlich vorgelagert, wird das Mahlrohr 6 durch ein von der Antriebsvorrichtung 10 bewirktes Antriebsmoment 52 (auch: Antriebskraft) in eine zweckmäßige Drehposition gedreht. Die Drehung erfolgt, wie eingangs beschrieben, entgegen einem Rückstellmoment der anhaftenden Ladung 22 und wird durch die Steuereinrichtung 16 über ein Steuersignal 54 gesteuert.

[0087] Die Ansteuerung der Antriebsvorrichtung 10 durch die Steuereinrichtung erfolgt dabei bevorzugt in Abhängigkeit der Ladungseigenschaft 34 der anhaftenden Ladung 22, also in Abhängigkeit des Eingangswertes 50. D.h. die einzunehmende Drehposition wird in Abhängigkeit des Eingangswertes 50 ermittelt oder anderweitig als vorgebbare Drehposition 56 in der Steuereinrichtung 16 hinterlegt.

[0088] FIG 3 zeigt ein Diagramm mit einem schematischen Verlauf eines Drehwinkels 26 (Ordinate [-]) eines Mahlrohres 6 über der Zeit 58 (Abszisse [s]) während eines Lösens einer anhaftenden Ladung 22 von einer Innenwand 20 eines Mahlrohres 6 (6, 20, 22 siehe FIG 1). Zudem sind korrespondierende Verläufe einer Antriebsaktivität 60 (Ordinate [-]) und einer Bremsaktivität 62 (Ordinate [-]) jeweils über der Zeit 58 dargestellt, wobei die drei dargestellten Zeitachsen identisch sind.

[0089] Ausgehend von einer Gleichgewichtslage 24 des Mahlrohres 6 (vgl. FIG 1) in einer Drehposition 64 zu einem Zeitpunkt 66 wird das Mahlrohr 6 durch eine Antriebsaktivität 68 in eine Drehposition 70 zu einem Zeitpunkt 72 gedreht. Während der Antriebsaktivität 68 zwischen den Zeitpunkten 66 und 72 wird ein Antriebsmoment 52 (vgl. FIG 2) auf das Mahlrohr 6 (vgl. FIG 1, 2) übertragen, wobei der explizite Verlauf des Antriebsmoments 52 aus Gründen einer übersichtlichen Darstellbarkeit an dieser Stelle nicht wiedergegeben wird.

[0090] Nach einer Abschaltung der Antriebsaktivität 68 zum Zeitpunkt 72 dreht sich das Mahlrohr selbsttätig, wie eingangs erläutert infolge der Gewichtskraft der anhaftenden Ladung, entgegen der zuvor durch die Antriebsaktivität 68 bewirkten Drehung. Dabei kommt es zu einer Erhöhung der Drehwinkelgeschwindigkeit.

[0091] Zu einem Zeitpunkt 74 wird durch eine Bremsaktivität 76 ein abruptes Abbremsen des Mahlrohres bewirkt, wobei das Mahlrohr in einer Drehposition 78 zu einem Stillstand kommt. Während der Bremsaktivität 76 zwischen den Zeitpunkten 74 und 80 wird ein Bremsmoment 46 (vgl. FIG 2) auf das Mahlrohr 6 (vgl. FIG 1, 2) übertragen, wobei der explizite Verlauf des Bremsmoments 46 aus Gründen einer übersichtlichen Darstellbarkeit an dieser Stelle nicht wiedergegeben wird. Die Bremsaktivität 76 wird zu einem Zeitpunkt 80 beendet, woraufhin sich das Mahlrohr 6 erneut selbsttätig in eine Drehung versetzt und beschleunigt. Dabei ist die ermittelbare Drehwinkelbeschleunigung im Vergleich zu der Drehwinkelbeschleunigung der ursprünglichen Rückdrehbewegung zum Zeitpunkt 72 infolge des nun hebelarmbedingt reduzierten Rückstellmoments der anhaftenden Ladung 22 geringer.

[0092] Zu einem weiteren Zeitpunkt 82 wird durch eine erneute Bremsaktivität 84 ein nochmaliges abruptes Abbremsen des Mahlrohres 6 bewirkt, wobei das Mahlrohr in einer Drehposition 86 zu einem Stillstand kommt. Die Bremsaktivität 84 wird zu einem Zeitpunkt 88 beendet, wobei sich das Mahlrohr nicht erneut selbsttätig in eine Drehung versetzt, sondern mit nun gelöster Ladung in der Drehposition 86 verharret.

[0093] FIG 4 zeigt ein weiteres Diagramm mit einem schematischen Verlauf eines Drehwinkels 26 (Ordinate [-]) eines Mahlrohres 6 über der Zeit 58 (Abszisse [s]) während eines Lösen einer anhaftenden Ladung 22 von einer Innenwand 20 eines Mahlrohres 6 (6, 20, 22 siehe FIG 1). Zudem sind wiederum korrespondierende Verläufe einer Antriebsaktivität 60 (Ordinate [-]) und einer Bremsaktivität 62 (Ordinate [-]) jeweils über der Zeit 58 dargestellt, wobei die drei dargestellten Zeitachsen identisch sind.

[0094] Ausgehend von einer Gleichgewichtslage 24 des Mahlrohres 6 (vgl. FIG 1) in einer Drehposition 90 zu einem Zeitpunkt 92 wird das Mahlrohr 6 durch eine Antriebsaktivität 94 in eine Drehposition 96 zu einem Zeitpunkt 98 gedreht.

[0095] Nach einer Abschaltung der Antriebsaktivität 94 zum Zeitpunkt 98 dreht sich das Mahlrohr 6 selbsttätig, wie eingangs erläutert infolge der Gewichtskraft der anhaftenden Ladung, entgegen der zuvor durch die Antriebsaktivität 94 bewirkten Drehung. Dabei kommt es zu einer Erhöhung der Drehwinkelgeschwindigkeit.

[0096] Zu einem Zeitpunkt 100 wird durch eine Bremsaktivität 102 ein Abbremsen des Mahlrohres 6 bis zum Erreichen einer vorgebbaren Verzögerung 48 (vgl. FIG 2) bewirkt, wobei das Mahlrohr 6 in einer Drehposition 104 zu einem Stillstand kommt. D.h. das Mahlrohr 6 wird im Gegensatz zu dem in FIG 3 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht abrupt, sondern wohl dosiert abgebremst. Die Bremsaktivität 102 wird bei einer Drehposition 106 und bevorzugt in einer Abhängigkeit der zu diesem Zeitpunkt ermittelten Drehwinkelgeschwindigkeit 36 (vgl. FIG 1, 2) eingeleitet. Die Bremsaktivität 102 wird zu einem Zeitpunkt 108 beendet, woraufhin sich das Mahlrohr 6 erneut selbsttätig in eine Drehung versetzt bis zum Zeitpunkt 110 erneut die Gleichgewichtslage 24 (vgl. FIG 1) bzw. die Drehposition 90 ohne ein Lösen der anhaftenden Ladung 22 erreicht wird.

[0097] Durch eine erneute Antriebsaktivität 112 zwischen den Zeitpunkten 110 und 114, ein selbsttätiges Beschleunigen des Mahlrohres zwischen den Zeitpunkten 114 und 116 und eine weitere Bremsaktivität 118 zwischen den Zeitpunkten 116 und 120 erfolgt ein Lösen der anhaftenden Ladung 22 von den Innenwand 20 des Mahlrohres 6. Folglich kommt es nach einer Beendigung der Bremsaktivität 118 nicht zu einer erneuten Drehung des Mahlrohres, sondern das Mahlrohr verharrt in der Drehposition 104.

[0098] FIG 5 zeigt eine schematische Darstellung einer typischen Antriebsvorrichtung 10 zum angetriebenen Drehen eines Mahlrohres 6. Die Antriebsvorrichtung 10 weist einen Hauptantrieb 122, ein Hauptgetriebe 124, einen Nebenantrieb 126, ein Nebengetriebe 128, zwei Nebenkupplungen 130 und eine Hauptkupplung 132 auf. Die Bremsvorrichtung 12 ist zwischen dem Nebenantrieb 126 und dem Nebengetriebe 128 angeordnet, wobei die Bremsvorrichtung 12 auch an einer anderen Position oder baulich getrennt von der Antriebsvorrichtung 10 angeordnet sein kann. Die Antriebsvorrichtung 10 arbeitet

auf einen Zahnkranz 134, der an einem Umfang des Mahlrohres 6 angeordnet sein kann.

[0099] FIG 6 zeigt eine schematische Darstellung einer Rohrmühle 2a in der Draufsicht. Die Rohrmühle 2a weist ein Mahlrohr 6, welches um eine Rotationsachse 18 rotierbar gelagert ist, eine Antriebsvorrichtung 10a mit einem Hauptantrieb 122a und einem Hauptgetriebe 124a auf. Die Antriebsvorrichtung 10a arbeitet auf den Zahnkranz 134. Die Rohrmühle 2a weist zudem mehrere Bremsvorrichtungen 12a auf. Diese sind zwischen dem Hauptantrieb 122a und dem Hauptgetriebe 124a, abtriebsseitig am Hauptgetriebe 124a und am Zahnkranz 134 montiert.

[0100] FIG 7 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Rohrmühle 2b in der Draufsicht. Die Rohrmühle 2b weist ein Mahlrohr 6, welches um eine Rotationsachse 18 rotierbar gelagert ist, eine Antriebsvorrichtung 10b mit einem Hauptantrieb 122b, einem Hauptgetriebe 124b, einen Nebenantrieb 126a und ein Nebengetriebe 128a auf. Die Antriebsvorrichtung 10b arbeitet auf den Zahnkranz 134. Die Rohrmühle 2b weist zudem mehrere Bremsvorrichtungen 12b auf. Diese sind zwischen dem Hauptantrieb 122b und dem Hauptgetriebe 124b, abtriebsseitig am Hauptgetriebe 124b, zwischen dem Nebenantrieb 126a und dem Nebengetriebe 128a, abtriebsseitig am Nebengetriebe 128a und am Zahnkranz 134 montiert.

[0101] FIG 8 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren Rohrmühle 2c in der Draufsicht. Die Rohrmühle 2c weist ein Mahlrohr 6, welches um eine Rotationsachse 18 rotierbar gelagert ist, eine Antriebsvorrichtung 10c mit einem Hauptantrieb 122c, einem Hauptgetriebe 124c, einen Nebenantrieb 126b und ein Nebengetriebe 128b auf. Dabei arbeitet das Hauptgetriebe 124c der Antriebsvorrichtung 10c direkt auf den Zahnkranz 134. Die Rohrmühle 2c weist zudem mehrere Bremsvorrichtungen 12c auf. Diese sind zwischen dem Hauptantrieb 122c und dem Hauptgetriebe 124c, zwischen dem Nebenantrieb 126a und dem Nebengetriebe 128a, am Nebenantrieb 126ba und am Zahnkranz 134 montiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Lösen einer anhaftenden Ladung (22) von einer Innenwand (20) eines Mahlrohres (6),
dadurch gekennzeichnet, dass

- das Mahlrohr (6) aus einer vorgebbaren, eingenommenen Drehposition (28) antriebsfrei durch die Gewichtskraft (30) der anhaftenden Ladung (22) zurückgedreht wird, wobei zumindest eine Bewegungszustandsgröße (40) des Mahlrohres (6) ermittelt wird und
- das Mahlrohr (6) in Abhängigkeit der zumindest einen ermittelten Bewegungszustandsgröße (40) zum Lösen der anhaftenden Ladung (22) von der Innenwand (20) des Mahlrohres (6)

- während des Zurückdrehens abgebremst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgebbare, eingenommene Drehposition (28) durch eine ange- 5
triebene Drehung unter Verwendung eines Antriebs-
mittels des Mahlrohres (6) erreicht wird.
 3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgebbare, 10
eingenommene Drehposition (28) des Mahlrohres
(6) durch einen in Abhängigkeit einer Ladungseigen-
schaft (34) ermittelten Drehwinkel (26) vorgegeben
ist. 15
 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die eingenomme-
ne Drehposition (28) des Mahlrohres (6) durch einen
Drehwinkel (26) mit einem Betrag zwischen 40° und
90°, ausgehend von einer stabilen Gleichgewichts- 20
lage (24), vorgegeben ist.
 5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine
ermittelte Bewegungszustandsgröße (40) ein Dreh- 25
winkel (26) und/oder eine Drehwinkelgeschwindig-
keit (36) und/oder eine Drehwinkelbeschleunigung
(38) des Mahlrohres (6) ist.
 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, dass das Mahlrohr (6)
während des Zurückdrehens zumindest einmal bis
zum Stillstand abgebremst wird.
 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet, dass das Mahlrohr (6)
während des Zurückdrehens zumindest einmal mit
einer vorgebbaren Verzögerung (48) abgebremst
wird.
 8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgebbare
Verzögerung (48) in einer Abhängigkeit einer La-
dungseigenschaft (34) ermittelt wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgebbare
Verzögerung (48) in einer Abhängigkeit einer me-
chanischen Belastungsgrenze des Mahlrohres (6)
ermittelt wird. 50
 10. Anordnung (8) zum Lösen einer anhaftenden La-
dung von einer Innenwand (20) eines Mahlrohres
(6),
gekennzeichnet durch,
- eine Ermittlungseinrichtung (14) eingerichtet
derart, dass zumindest eine Bewegungszu-

standsgröße (40) des Mahlrohres (6) ermittelbar
ist,
- eine Antriebseinheit (10) eingerichtet zu einem
rotierenden Antrieb des Mahlrohres (6),
- eine Bremsvorrichtung (12) eingerichtet zu ei-
nem Abbremsen des Mahlrohres (6) mit einer
vorgebbaren Verzögerung (48) und
- eine Steuereinrichtung (16) eingerichtet zur
Ansteuerung der Bremsvorrichtung (12) in Ab-
hängigkeit der zumindest einen ermittelten Be-
wegungszustandsgröße (40) und zu einer An-
steuerung der Antriebseinheit (10) zu einem Ab-
schalten einer Antriebsaktivität (68) der An-
triebseinheit (10) bei einer vorgebbaren, einge-
nommenen Drehposition (28) des Mahlrohres
(6).

11. Anordnung (8) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass

- die Antriebseinrichtung (10) eingerichtet ist zu
einer angetriebenen Drehung des Mahlrohres
(6) in eine vorgebbare Drehposition (28), wobei
die Steuereinrichtung (16) zur Ansteuerung der
Antriebseinrichtung (10) in Abhängigkeit der zu-
mindest einen ermittelten Bewegungszustands-
größe (40) und/oder einer Ladungseigenschaft
(34) vorbereitet ist.

12. Anordnung (8) nach Anspruch 10,
gekennzeichnet durch,

- eine Detektionseinheit, die zur Ermittlung eines
Lösens der anhaftenden Ladung (22) von der
Innenwand (20) des Mahlrohres (6) in Abhän-
gigkeit zumindest einer Bewegungszustands-
größe (40) des Mahlrohres (6) vorbereitet ist.

13. Anordnung (8) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsvorrich-
tung (12) eine mechanische Bremse, insbesondere
eine Trommelbremse, vorzugsweise eine Scheiben-
bremse, aufweist.

14. Anordnung (8) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlungs-
einrichtung (14) einen Polradgeber (15) aufweist.

15. Mahlrohr (2) mit einer Anordnung (8) nach einem der
Ansprüche 10 bis 12.

Claims

1. Method for releasing an adhering charge (22) from
an inner wall (20) of a grinding tube (6),
characterised in that

- from a pre-determinable rotational position (28) which it has adopted, the grinding tube (6) is rotated backwards, with no drive, due to the weight force (30) of the adhering charge (22), wherein at least one movement state variable (40) of the grinding tube (6) is detected, and
- during the backwards rotation, the grinding tube (6) is braked, as a function of the at least one movement state variable (40) which has been detected, for the purpose of releasing the adhering charge (22) from the inner wall (20) of the grinding tube.
2. Method according to claim 1,
characterised in that the pre-determinable rotational position (28) which is adopted is reached by a driven rotation, for which use is made of a drive facility of the grinding tube (6).
 3. Method according to one of the preceding claims,
characterised in that the pre-determinable rotational position (28) of the grinding tube (6) which is adopted is pre-determined as a rotational angle (26) determined as a function of a characteristic (34) of the charge.
 4. Method according to one of the preceding claims,
characterised in that the rotational position (28) of the grinding tube (6) which is adopted is pre-determined as a rotational angle (26) with a magnitude of between 40° and 90° starting from a stable position of equilibrium (24).
 5. Method according to one of the preceding claims,
characterised in that the at least one movement state variable (40) which is detected is a rotational angle (26) and/or an angular rotational speed (36) and/or an angular rotational acceleration (38) of the grinding tube (6).
 6. Method according to one of the preceding claims,
characterised in that during the backwards rotation the grinding tube (6) is braked to a halt at least once.
 7. Method according to one of the preceding claims,
characterised in that during the backwards rotation the grinding tube (6) is braked at least once with a pre-determinable deceleration (48).
 8. Method according to claim 7,
characterised in that the pre-determinable deceleration (48) is determined as a function of a characteristic (34) of the charge.
 9. Method according to claim 7,
characterised in that the pre-determinable deceleration (48) is determined as a function of a mechanical stress limit for the grinding tube (6).
 10. Arrangement (8) for releasing an adhering charge from an inner wall (20) of a grinding tube (6),
characterised by
 - a detection facility (14), equipped in such a manner that at least one movement state variable (40) of the grinding tube (6) can be detected,
 - a drive unit (10) equipped to drive the grinding tube (6) rotationally,
 - a braking facility (12) equipped to brake the grinding tube (6) with a pre-determinable deceleration (48), and
 - a control facility (16) equipped for the purpose of actuating the braking facility (12) as a function of the at least one movement state variable (40) which is detected and for the purpose of actuating the drive unit (10) for a switch-off of a drive activity (68) of the drive unit (10) when a pre-determinable rotational position (28) has been adopted by the grinding tube (6).
 11. Arrangement (8) according to claim 10,
characterised in that
 - the drive facility (10) is equipped for a driven rotation of the grinding tube (6) into a pre-determinable rotational position (28), wherein the control facility (16) is set up for the purpose of actuating the drive facility (10) as a function of the at least one movement state variable (40) which has been detected and/or of a characteristic (34) of the charge.
 12. Arrangement (8) according to claim 10,
characterised by
 - a detection unit which is set up for detecting a detachment of the adhering charge (22) from the inner wall (20) of the grinding tube (6) as a function of at least one movement state variable (40) of the grinding tube (6).
 13. Arrangement (8) according to claim 10,
characterised in that the braking facility (12) has a mechanical brake, in particular a drum brake, preferably a disk brake.
 14. Arrangement (8) according to claim 10,
characterised in that the detection facility (14) has a magnetic wheel sensor (15).
 15. Grinding tube (2) with an arrangement (8) according to one of claims 10 to 12.

Revendications

1. Procédé pour détacher une charge (22) adhérente d'une paroi (20) intérieure d'un tube (6) broyeur, **caractérisé en ce que**
 - on fait tourner en sens inverse, sans entraînement, par la force (30) pondérale de la charge (22) adhérente, le tube (6) broyeur, à partir d'une position (28) en rotation prise et pouvant être donnée à l'avance, au moins une grandeur (40) d'état de mouvement du tube (6) broyeur étant déterminée et
 - on freine, pendant la rotation en sens inverse, le tube (6) broyeur, en fonction de la au moins une grandeur (40) d'état de mouvement déterminée pour détacher la charge (22) adhérente de la paroi (20) intérieure du tube (6) broyeur.
2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on atteint la position (28) en rotation prise et pouvant être donnée à l'avance par une rotation entraînée en utilisant un moyen d'entraînement du tube (6) broyeur.
3. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position (28) en rotation prise et pouvant être donnée à l'avance du tube (6) broyeur est donnée à l'avance par un angle (26) de rotation déterminé en fonction d'une propriété (34) de la charge.
4. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position (28) en rotation prise du tube (6) broyeur est donnée à l'avance par un angle (26) de rotation d'une valeur comprise entre 40° et 90°, à partir d'une position (24) d'équilibre stable.
5. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la au moins une grandeur (40) d'état de mouvement déterminée est un angle (26) de rotation et/ou une vitesse (36) angulaire de rotation et/ou une accélération (38) angulaire de rotation du tube (6) broyeur.
6. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on freine le tube (6) broyeur pendant la rotation en sens inverse au moins une fois jusqu'à l'état d'arrêt.
7. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on freine le tube (6) broyeur pendant la rotation en sens inverse au moins une fois à une décélération (48) pouvant être donnée à l'avance.
8. Procédé suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'on détermine la décélération (48) pouvant être donnée à l'avance en fonction d'une propriété (34) de la charge.
9. Procédé suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'on détermine la décélération (48) pouvant être donnée à l'avance en fonction d'une limite de sollicitation mécanique du tube (6) broyeur.
10. Agencement (8) pour détacher une charge adhérente d'une paroi (20) intérieure d'un tube (6) broyeur, **caractérisé par**
 - un dispositif (44) de détermination conçu pour pouvoir déterminer au moins une grandeur (40) d'état de mouvement du tube (6) broyeur,
 - une unité (10) d'entraînement conçue pour entraîner en rotation le tube (6) broyeur,
 - un dispositif (12) de freinage conçu pour freiner le tube (6) broyeur à une décélération (48) pouvant être donnée à l'avance et
 - un dispositif (16) de commande conçu pour commander le dispositif (12) de frein en fonction de la au moins une grandeur (40) d'état de mouvement déterminée et pour commander l'unité (10) d'entraînement afin d'interrompre une activité (68) d'entraînement de l'unité (10) d'entraînement à une position (28) en rotation prise et pouvant être donnée à l'avance du tube (6) broyeur.
11. Agencement (8) suivant la revendication 10, **caractérisé en ce que**
 - le dispositif (10) d'entraînement est conçu pour mettre, par entraînement, le tube (6) broyeur en une position (28) en rotation pouvant être donnée à l'avance, le dispositif (16) de commande étant destiné à commander le dispositif (10) d'entraînement en fonction de la au moins une grandeur (40) d'état de mouvement déterminée et/ou d'une propriété (34) de la charge.
12. Agencement (8) suivant la revendication 10, **caractérisé par**
 - une unité de détection destinée à déterminer un détachement de la charge (22) adhérente de la paroi (20) intérieure du tube (6) broyeur en fonction d'au moins une grandeur (40) d'état de mouvement du tube (6) broyeur.

13. Agencement (8) suivant la revendication 10,
caractérisé en ce que le dispositif (12) de frein a
un frein mécanique, notamment un frein à tambour,
de préférence un frein à disque. 5
14. Agencement (8) suivant la revendication 10,
caractérisé en ce que le dispositif (14) de détermi-
nation a un indicateur (15) à roue polaire.
15. Tube (2) broyeur ayant un agencement (8) suivant 10
l'une des revendications 10 à 12.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

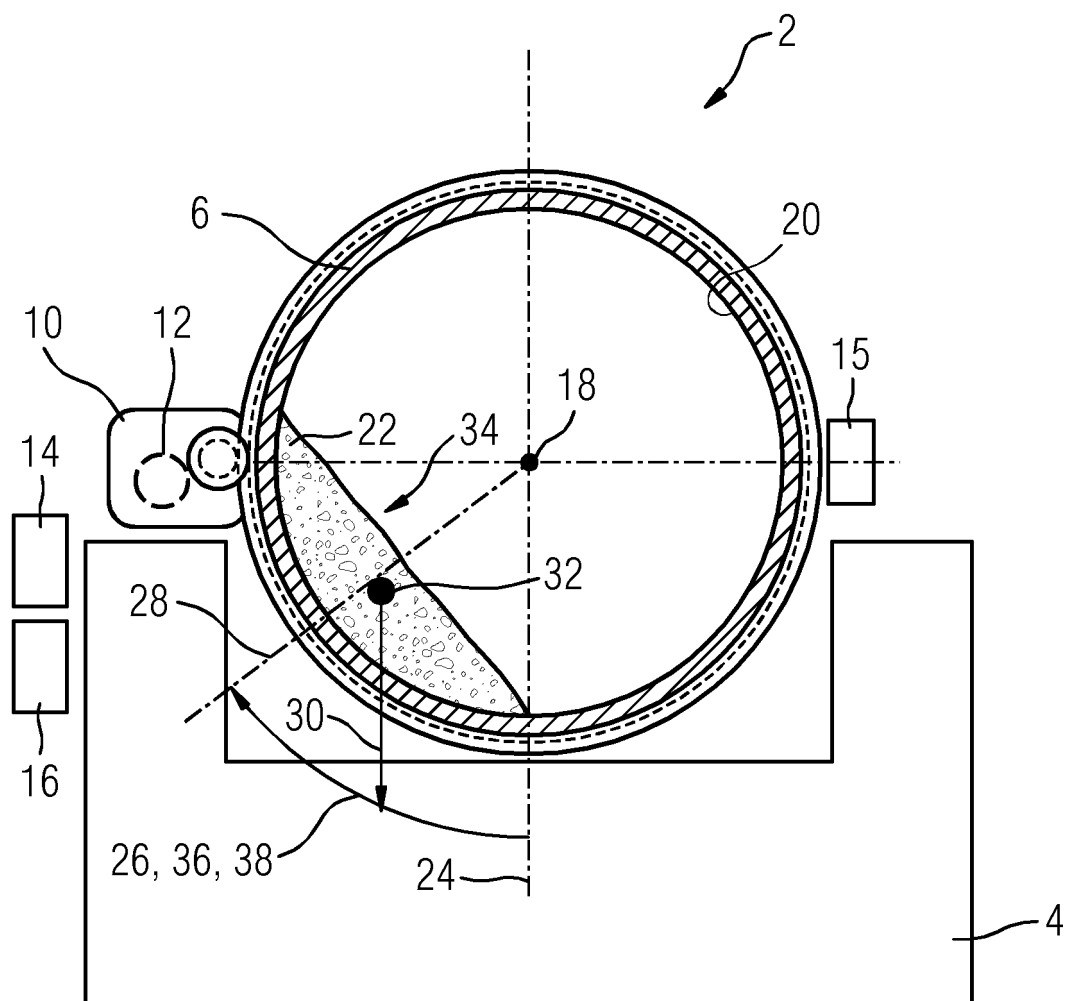


FIG 2

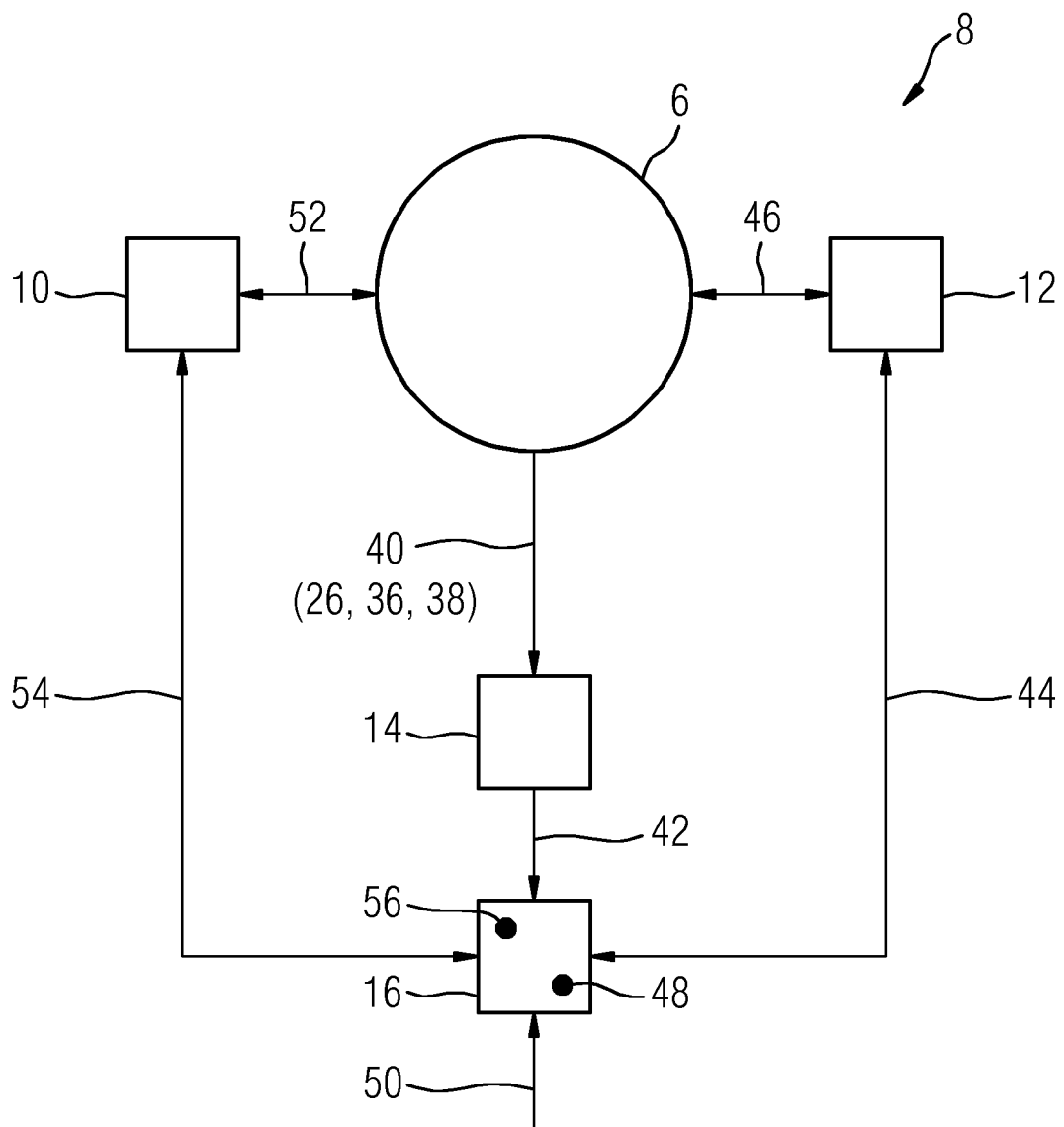


FIG 3

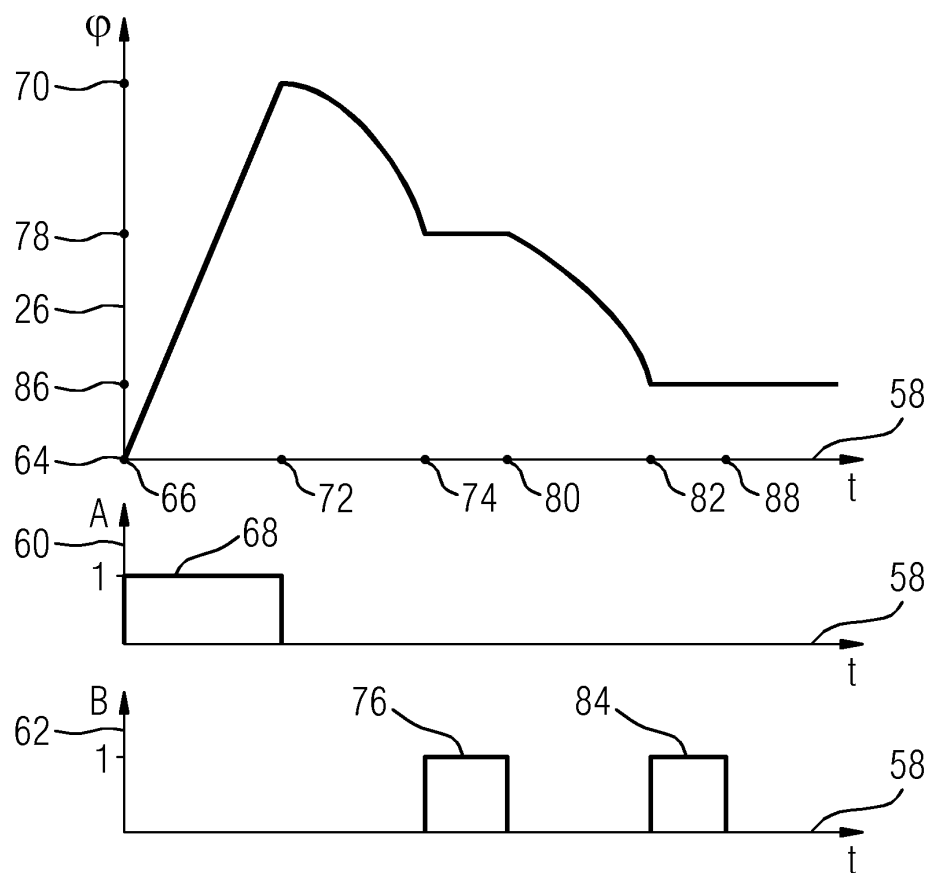


FIG 4

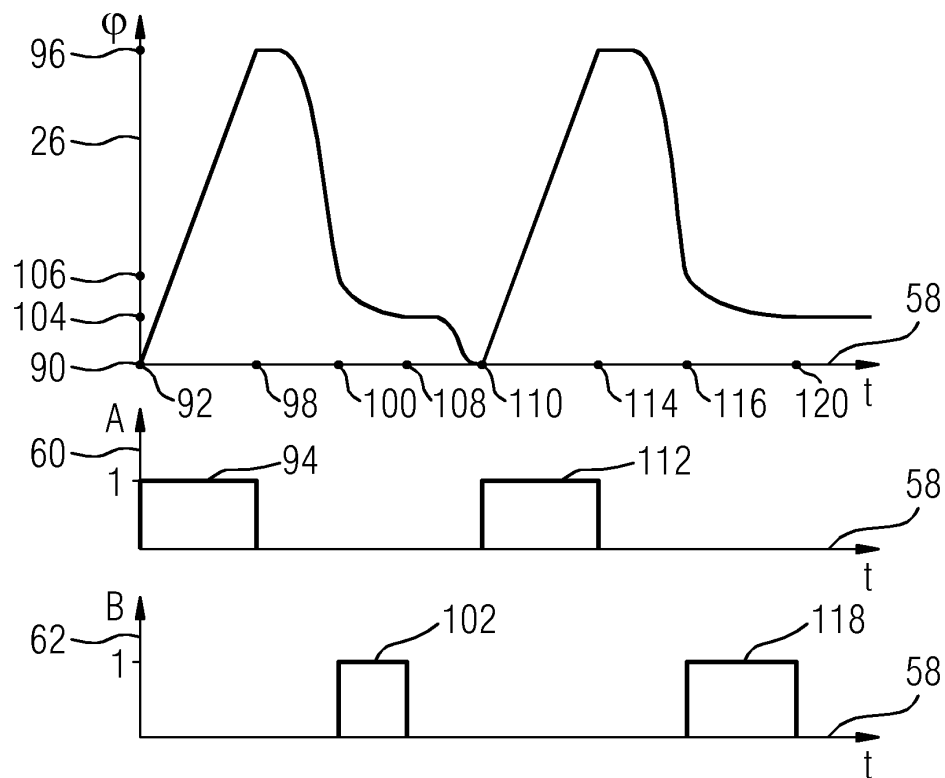
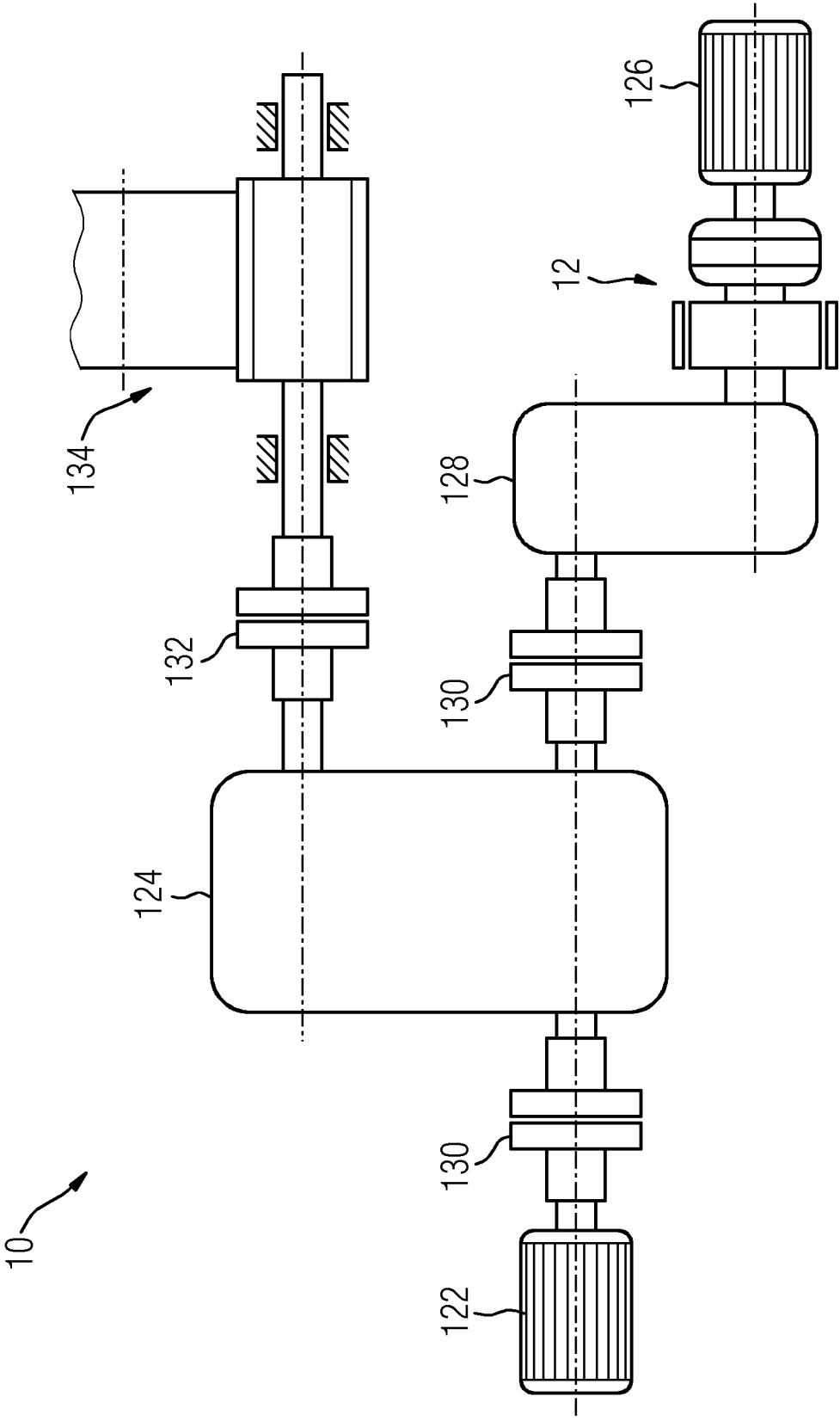


FIG 5



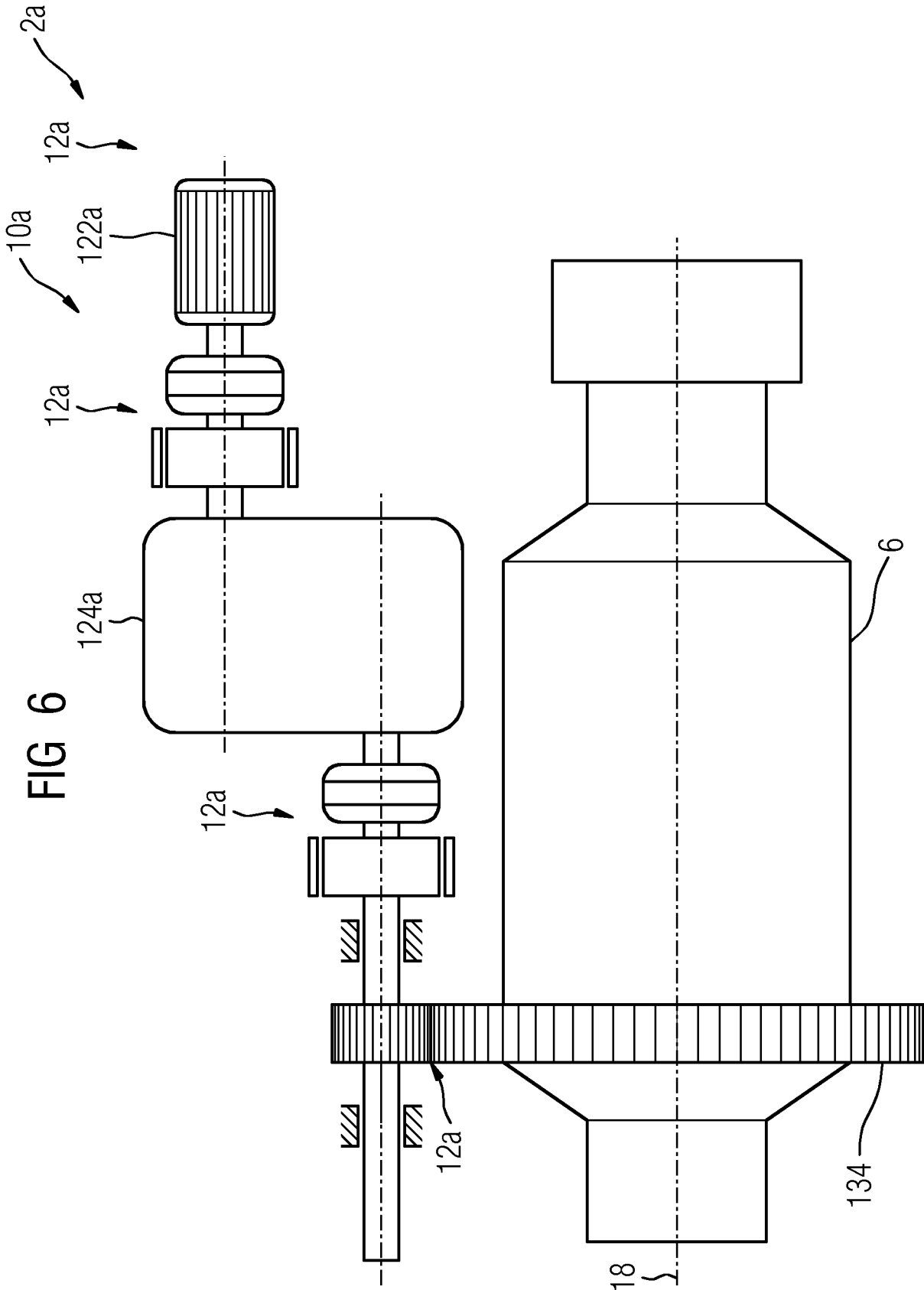
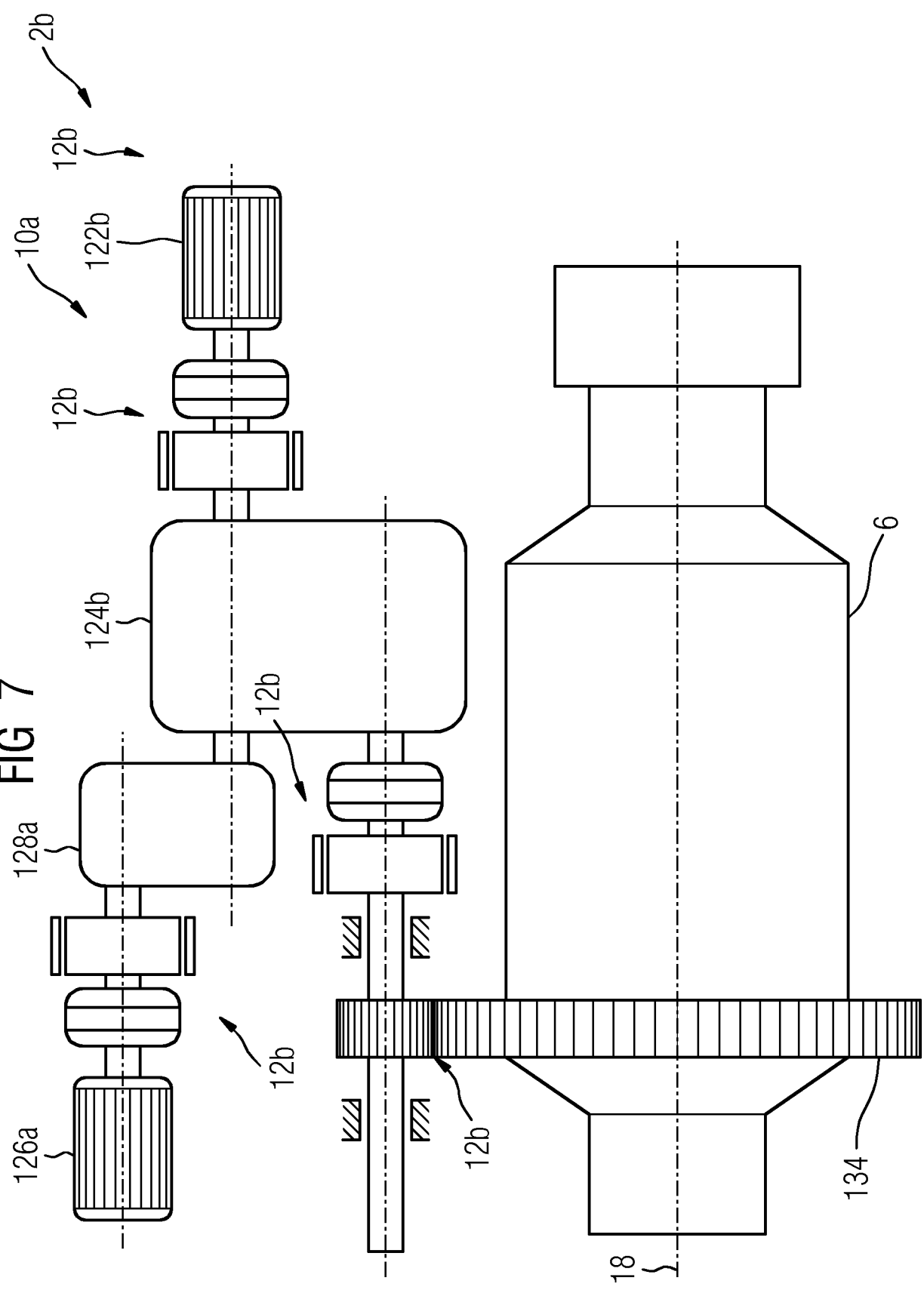
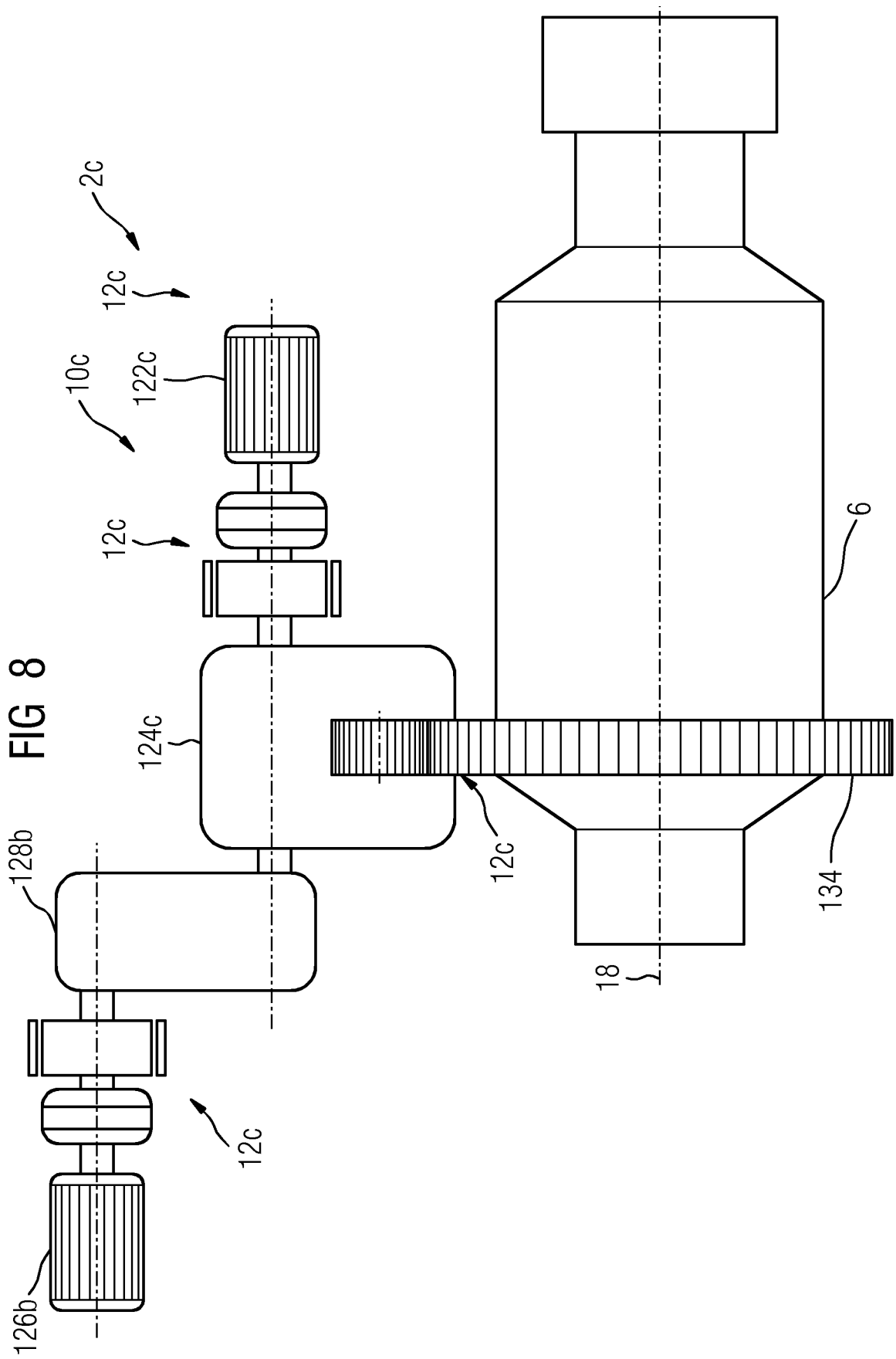


FIG 7





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

- WO 2005092508 A1 [0006]
- EP 2525914 B1 [0006]