



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.08.2011 Patentblatt 2011/32

(51) Int Cl.:
B02C 17/18 (2006.01) **B02C 17/24 (2006.01)**
B02C 23/04 (2006.01) **B02C 25/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11003370.1**

(22) Anmeldetag: **08.03.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES LI

(30) Priorität: **25.03.2004 DE 102004015057**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
05729763.2 / 1 735 099

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 Munich (DE)

(72) Erfinder:
• **Becker, Norbert**
91341 Rottenbach (DE)
• **Smits, Stefan**
91334 Hemhofen (DE)
• **Tischler, Kurt**
91052 Erlangen (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 21-04-2011 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

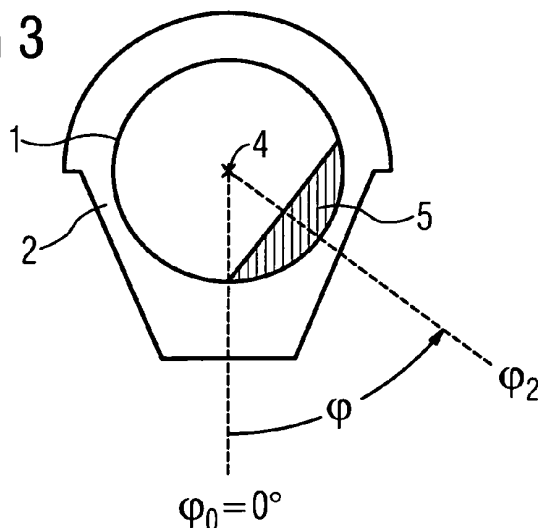
(54) **Verfahren Steuervorrichtung und Antriebsvorrichtung zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs**

(57) Verfahren, Steuervorrichtung und Antriebsvorrichtung zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung (5) von der Innenwand eines Mahlrohrs (1), wobei die Antriebsvorrichtung (2) des Mahlrohrs (1) zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung (5) von einer Steuervorrichtung (3) angesteuert wird. Das Mahlrohr (1) wird dabei derart gezielt gedreht, dass sich durch die mehrmalige Änderung der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs (1) und gegebenenfalls durch das ab-

rupte Abbremsen des Mahlrohrs (1) die festgeklebte Ladung (5) von der Innenwand des Mahlrohrs (1) löst. Dabei wird ein in der Regel materialabhängig bestimmter maximaler Drehwinkel φ des Mahlrohrs (1) nicht überschritten um ein unkontrolliertes Abstürzen der festgeklebten Ladung (5) zu vermeiden. Durch die Erfindung werden arbeitsintensive und zeitaufwendige Verfahren zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) überflüssig, da diese durch den selben Motor der Antriebsvorrichtung (2) gelöst werden kann, der auch während des Mahlbetriebs zum Antrieb des Mahlrohrs (1) verwendet wird.

FIG 3



Beschreibung

[0001] Verfahren, Steuervorrichtung und Antriebsvorrichtung zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs, insbesondere einer Rohrmühle, eine Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs sowie eine Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs.

[0003] Rohrmühlen werden vorzugsweise zum Mahlen von Materialien wie Erz eingesetzt. Es ist nicht unüblich, dass der Betrieb einer Rohrmühle für eine längere Zeitdauer unterbrochen wird und die Rohrmühle stillsteht. Dies geschieht beispielsweise aus Wartungsgründen. Während des Stillstands der Rohrmühle kann sich das im Mahlrohr der Rohrmühle befindliche Material festigen und an der Innenwand des Mahlrohrs festkleben. Derartig festgeklebtes, verfestigtes, an der Innenwand des Mahlrohrs haftendes Material wird als festgeklebte Ladung oder auch als "frozen charge" bezeichnet. Wird die Rohrmühle nach längerem Stillstand wieder in Betrieb genommen besteht die Gefahr, dass sich die festgeklebte Ladung in großer Höhe vom Mahlrohr ablöst, abstürzt und beim anschließenden Aufschlagen auf das Mahlrohr erhebliche Schäden an der Rohrmühle bewirkt.

[0004] Deshalb existieren Einrichtungen, die das Vorhandensein festgeklebter Ladungen erkennen und die, wenn das Vorhandensein einer festgeklebten Ladung erkannt wird, die Rohrmühle abschalten. Eine derartige Einrichtung ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 35 28 409 A1 beschrieben.

[0005] Wird eine festgeklebte Ladung erkannt und die Rohrmühle abgeschaltet, muss anschließend die festgeklebte Ladung in aufwendiger Weise entfernt werden. Dies geschieht z.B. durch Aufweichen indem Wasser auf die festgeklebte Ladung gesprüht wird und/oder unter Einsatz von Pressluftschlämmern. Das Entfernen einer festgeklebten Ladung bedingt einen äußerst hohen größtenteils manuellen Arbeitsaufwand und ist sehr zeitintensiv.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, das Entfernen einer festgeklebten Ladung auf einfache und effiziente Weise zu ermöglichen. Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1, durch eine Steuervorrichtung gemäß Patentanspruch 13 und durch eine Antriebsvorrichtung gemäß Patentanspruch 16.

[0007] Gemäß der Erfindung wird die Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum Lockern und Lösen der festgeklebten Ladung benutzt. Durch Ansteuerung bzw. Regelung der Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung wird das Mahlrohr in einem Winkelbereich gedreht, indem fallendes Material keine Schäden am Mahlrohr oder anderen Bestandteilen der Rohrmühle hervorruft. Zeitaufwendige manuelle Eingriffe können so in den meisten Fällen unterbleiben.

[0008] Mit Vorteil werden Drehwinkel und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs durch die Antriebsvorrich-

tung geändert. Durch gezielte Änderung der Drehbewegung, d.h. Änderung von Beschleunigung und Drehrichtung des Mahlrohrs, wird die festgeklebte Ladung gelockert und von der Innenwand des Mahlrohrs gelöst, ohne Beschädigungen an der Rohrmühle zu verursachen.

[0009] Mit Vorteil wird ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner 180° nicht überschritten. Es wird ausgeschlossen, dass das Mahlrohr eine vollständige Umdrehung durchführt.

[0010] Mit Vorteil wird ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner gleich 90° nicht überschritten. Ist der Betrag des Drehwinkels nicht größer als 90°, ist ein Absturz der festgeklebten Ladung deutlich weniger wahrscheinlich als bei größeren Beträgen des Drehwinkels.

[0011] Mit Vorteil ist der maximale Betrag des Drehwinkels von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung abhängig. Oft liegt der maximale Betrag des Drehwinkels, bis zu dem Abstürze der festgeklebten Ladung mit hoher Wahrscheinlichkeit keine beschädigenden Auswirkungen auf die Rohrmühle haben oder sogar ausgeschlossen sind, deutlich unter 90°. Teilweise wird der maximale Betrag des Drehwinkels sogar auf verhältnismäßig nahe 0° eingeschränkt werden müssen. Um das gezielte Lösen der festgeklebten Ladung zum einen in möglichst kurzer Zeit und zum anderen bei möglichst geringem Risiko zu ermöglichen, wird der maximale Betrag des Drehwinkels in Abhängigkeit von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung bestimmt.

[0012] Mit Vorteil wird der Drehwinkel um mindestens einen vorgegebenen Drehwinkel schwingend eingestellt.

[0013] Mit Vorteil wird der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit gleichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird.

[0014] Mit Vorteil wird der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit unterschiedlichem Vorzeichen schwingend eingestellt.

[0015] Durch die Hin- und Herbewegung des Mahlrohrs gemäß den vorangehenden Ausprägungen der Erfindung löst sich die festgeklebte Ladung verhältnismäßig rasch von der Innenwand des Mahlrohrs, wobei gleichzeitig ein Schäden verursachender Absturz vermieden wird.

[0016] Mit Vorteil wird das Mahlrohr mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel abrupt gebremst. Durch das plötzliche, diskontinuierliche Verrin-
gern der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs wirken durch die Trägheit bedingte, stark lösende Kräfte auf die festgeklebte Ladung. Nach ein- oder mehrmaligem Abbremsen des Mahlrohrs, insbesondere während einer durch die Drehung des Mahlrohrs bedingten abwärts gerichteten Bewegungsphase der festgeklebten Ladung, werden sich die festgeklebte Ladung und/oder Teile der festgeklebten Ladung vom Mahlrohr lösen und idealerweise rutschend nach unten weiterbewegen.

[0017] Mit Vorteil wird das Mahlrohr abrupt bis zum Stillstand gebremst. Bei plötzlicher, diskontinuierlicher Änderung der Geschwindigkeit des Mahlrohrs auf Null, wirken besonders starke durch die Trägheit bedingte, lö-

sende Kräfte auf die festgeklebte Ladung.

[0018] Mit Vorteil wird zum Lösen der festgeklebten Ladung derselbe Motor verwendet wie zur Drehung des Mahlrohrs im Mahlbetrieb. Dadurch dass derselbe Motor zum Antrieb des Mahlrohrs sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung verwendet wird entfallen aufwendige Umrüst- bzw. Umschaltvorgänge.

[0019] Mit Vorteil wird die festgeklebte Ladung befeuchtet. Das Lösen der festgeklebten Ladung wird beispielsweise durch Besprühen mit Wasser erleichtert. Die Konsistenz und die Haftfähigkeit der festgeklebten Ladung werden durch Befeuchten zweckdienlich beeinflusst.

[0020] Mit Vorteil weist die erfindungsgemäße Steuervorrichtung Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr auf. Derart wird ein gezieltes Lösen der festgeklebten Ladung im Wesentlichen weitestgehend automatisch und ohne Beschädigung des Mahlrohrs ermöglicht.

[0021] Mit Vorteil weist die Steuervorrichtung eine feldorientierte Regeleinrichtung auf. Die Ansteuerung bzw. Regelung der Antriebsvorrichtung zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung wird so wesentlich vereinfacht.

[0022] Mit Vorteil weist die erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung einen Motor auf, der das Mahlrohr sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung antreibt. Der Aufbau der Antriebsvorrichtung und der Rohrmühle insgesamt wird so einfacher, robuster, kompakter und kostengünstiger

[0023] Mit Vorteil ist der Motor der Antriebsvorrichtung mit einem Umrichter gekoppelt.

[0024] Mit Vorteil ist der Motor ein Ringmotor. Durch die Verwendung eines getriebelosen als Ringmotor ausgebildeten Antriebs wird die Rohrmühle robuster und wartungsärmer, und das beschriebene System zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung ist leicht implementierbar.

[0025] Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

- | | |
|-----------------|---|
| FIG 1 | den schematischen Aufbau einer Rohrmühle, |
| FIG 2 und FIG 3 | einen Schnitt durch das Mahlrohr einer Rohrmühle, |
| FIG 4 bis FIG 6 | mögliche Drehbewegungen des Mahlrohrs zum gezielten Lösen einer festgeklebten Ladung. |

[0026] FIG 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Rohrmühle wie sie beispielsweise zum Mahlen von Erzen verwendet wird. Die Rohrmühle weist ein Mahlrohr 1 auf, das mit einer Antriebsvorrichtung 2 gekoppelt ist. Des Weiteren ist eine Steuervorrichtung 3 vorgesehen, die Steuer- bzw. Regelsignale an die Antriebsvorrichtung 2 gibt. Die Steuervorrichtung 3 kann auch Signale, bei-

spielsweise Messsignale von der Antriebsvorrichtung 2 oder anderen Bestandteilen der Rohrmühle entgegennehmen und verarbeiten. Das Mahlrohr 1 ist vorzugsweise trommelförmig ausgebildet. Die Rohrmühle weist Lagervorrichtungen für das Mahlrohr 1 auf, die in der Zeichnung nicht näher dargestellt sind.

[0027] Die Antriebsvorrichtung 2 der Rohrmühle weist zumindest einen Motor auf, der beispielsweise als Ringmotor ausgebildet ist. Der Motor ist mit einem nicht näher dargestellten Umrichter gekoppelt. Die Ausprägung des Motors als Ringmotor ermöglicht einen getriebelosen Antrieb des Mahlrohrs 1 und somit einen besonders robusten Betrieb der Rohrmühle.

[0028] Die Antriebsvorrichtung 2 ist vorzugsweise als feldorientierte Drehfeldmaschine ausgebildet, wobei in der Steuervorrichtung 3 eine feldorientierte Regeleinrichtung vorgesehen ist. Die feldorientierte Regeleinrichtung ist beispielsweise als Flussrechner ausgebildet.

[0029] Die Rohrmühle arbeitet normalerweise im Mahlbetrieb, d.h., die Antriebsvorrichtung 2 treibt das Mahlrohr derart an, dass das im Mahlrohr 1 befindliche Material durch die Bewegung des Mahlrohrs 1 zerkleinert wird. Das Material ist im Mahlbetrieb locker und nicht mit dem Mahlrohr 1 verklebt. Wird der Mahlbetrieb für längere Zeit unterbrochen, kann es wie eingangs beschrieben, zu dem Problem des Auftretens von festgeklebten Ladungen sogenannten "frozen charges" kommen.

[0030] FIG 2 zeigt einen Schnitt durch das Mahlrohr 1 einer Rohrmühle, wobei das Mahlrohr 1 von einer Antriebsvorrichtung 2 hier einem schematisch dargestellten Ringmotor mit einer Lagervorrichtung umgeben ist. Das Mahlrohr 1 ist um die Drehachse 4 mittels der Antriebsvorrichtung 2 drehbar gelagert. Der schraffiert dargestellte Bereich im Inneren des Mahlrohrs 1 stellt schematisch eine festgeklebte Ladung 5 dar. Die festgeklebte Ladung 5 entsteht aus Material, das während längeren Stillstands der Rohrmühle praktisch zu einem starren Körper verfestigt, zusammengebacken, zusammengefroren, verklebt, verpresst oder versintert ist. In FIG 2 wurde der Schwerpunkt der festgeklebten Ladung 5 gegenüber einer durch $\varphi_0 = 0^\circ$ gekennzeichneten Anfangslage um den Drehwinkel φ bis zu einem durch φ_1 gekennzeichneten Drehwinkel ausgelenkt.

[0031] FIG 3 zeigt eine festgeklebte Ladung 5, deren Schwerpunkt um den durch φ_2 gekennzeichneten Drehwinkel ausgelenkt wurde. Die in FIG 3 dargestellte Drehrichtung ist der Drehrichtung aus FIG 2 entgegengesetzt.

[0032] Im Folgenden werden Auslenkungen in einem positiven Drehwinkelbereich $\varphi_0 < \varphi \leq 180^\circ$ und Auslenkungen in einem negativen Drehwinkelbereich $-180^\circ < \varphi < \varphi_0$ betrachtet. Dementsprechend ist φ_1 in FIG 2 ein positiver, φ_2 in FIG 3 ein negativer Drehwinkel φ .

[0033] Die in FIG 1 gezeigte Steuervorrichtung 3 der Antriebsvorrichtung 2 der Rohrmühle ist wie eingangs beschrieben vorzugsweise derart ausgestaltet, dass festgeklebte Ladungen 5 derart früh erkannt werden, dass ihr Abstürzen durch Anhalten der Rohrmühle vermieden wird. Festgeklebte Ladungen können auch visu-

ell, z.B. durch einen Bediener der Rohrmühle entdeckt werden.

[0034] Wird eine festgeklebte Ladung 5 entdeckt, so wird die festgeklebte Ladung 5 vor Wiederaufnahme des Mahlbetriebs erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Antriebsvorrichtung 2 des Mahlrohrs 1 derart angesteuert wird, dass durch Änderung des Drehwinkels φ und der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs 1 die festgeklebte Ladung gezielt abgelöst wird. Dabei wird vorzugsweise derselbe Motor verwendet, der auch im Mahlbetrieb das Mahlrohr 1 antreibt.

[0035] Beim Lösen der festgeklebten Ladung stellt die Steuervorrichtung 3 sicher, dass der Betrag des Drehwinkels φ einen bestimmten Maximalbetrag nicht überschreitet. Derart wird vermieden, dass die festgeklebte Ladung 5 aus zu großer Höhe abstürzt und Schäden an der Rohrmühle verursacht. Der maximale Betrag des Drehwinkels φ liegt im Intervall $0^\circ < |\varphi| < 180^\circ$ und wird mit Vorteil in Abhängigkeit der Zusammensetzung und der Beschaffenheit des Materials der festgeklebten Ladung 5 bestimmt. Der maximale Betrag des Drehwinkels φ kann auch im Intervall $0^\circ < |\varphi| \leq 90^\circ$ bestimmt werden.

[0036] FIG 4 und FIG 5 zeigen schematisch die Auslenkung des Mahlrohrs 1 um den Drehwinkel φ zum gezielten Lösen einer festgeklebten Ladung über die Zeit t aufgetragen. Um die festgeklebte Ladung 5 von der Innenwand des Mahlrohrs 1 abzulösen, wird das Mahlrohr 1 gezielt von einer Ausgangsposition ausgelenkt und schwingt dann sinusförmig um die Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 . Die Ausgangsposition im gezeigten Beispiel liegt bei $\varphi_0 = 0^\circ$, kann aber auch anders vorgegeben sein.

[0037] In FIG 5 sind mehrere Zeitabschnitte T_1 bis T_4 gekennzeichnet. In jedem dieser Zeitabschnitte T_1 bis T_4 schwingt das Mahlrohr um einen bestimmten Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 . Anders als beispielhaft in den Figuren 4 und 5 dargestellt, kann sich die Amplitude der Schwingung des Drehwinkels φ um die Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 auch ändern bzw. geändert werden. Die Amplitude kann dabei innerhalb der Zeitabschnitte T_1 bis T_4 und/oder im Vergleich der Zeitabschnitte T_1 bis T_4 zueinander veränderlich sein.

[0038] Es ist möglich, dass das Mahlrohr 1 um einen oder mehrere positive Drehwinkel φ_1 schwingt. Es ist auch möglich, dass das Mahlrohr 1 um einen oder mehrere negative Drehwinkel φ_2 schwingt. Das Mahlrohr 1 kann auch um einen oder mehrere positive und um einen oder mehrere negative Drehwinkel φ_1 bzw. φ_2 schwingend eingestellt werden.

[0039] Die in FIG 1 gezeigte Steuervorrichtung 3 für die Antriebsvorrichtung 2 weist vorzugsweise Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr 1 auf, um die Bewegung des Mahlrohrs 1 wie vorangehend beschrieben zu steuern bzw. zu regeln.

[0040] Das Lösen der festgeklebten Ladung 5 kann durch Zufuhr von Wasser unterstützt werden. Wird die festgeklebte Ladung 5 befeuchtet, so löst sie sich leichter von der Innenwand des Mahlrohrs 1.

[0041] FIG 6 zeigt schematisch wie das Mahlrohr 1

zunächst in Bewegung versetzt wird und dann mehrmals aus der Bewegung abrupt abgebremst wird. Das Abbremsen kann, wie in der Figur gezeigt, derart erfolgen, dass das Mahlrohr 1 für begrenzte Zeit zum Stillstand kommt, oder auch derart, dass es seine Drehgeschwindigkeit abrupt deutlich verlangsamt. Es kann auch ein Wechsel der Drehrichtung erfolgen. Beim abrupten Abbremsen des Mahlrohrs 1 wirkt die Trägheit der festgeklebten Ladung 5 lösend auf diese ein.

[0042] Der Grundgedanke der Erfindung lässt sich im Wesentlichen wie folgt zusammenfassen:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung 5 von der Innenwand eines Mahlrohrs 1, wobei die Antriebsvorrichtung 2 des Mahlrohrs 1 zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung 5 von einer Steuervorrichtung 3 angesteuert wird. Das Mahlrohr 1 wird dabei derart gezielt gedreht, dass sich durch die mehrmalige Änderung der Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs 1 und gegebenenfalls durch das abrupte Abbremsen des Mahlrohrs 1 die festgeklebte Ladung 5 von der Innenwand des Mahlrohrs 1 löst. Dabei wird ein in der Regel materialabhängig bestimmter maximaler Drehwinkel φ des Mahlrohrs 1 nicht überschritten, um ein unkontrolliertes Abstürzen der festgeklebten Ladung 5 zu vermeiden. Durch die Erfindung werden arbeitsintensive und zeitaufwendige Verfahren zum Lösen der festgeklebten Ladung 5 überflüssig, da diese durch denselben Motor der Antriebsvorrichtung 2 gelöst werden kann, der auch während des Mahlbetriebs zum Antrieb des Mahlrohrs 1 verwendet wird.

[0043] Die Erfindung betrifft auch eine Antriebsvorrichtung 2 für ein Mahlrohr 1 und eine Steuervorrichtung 3 für eine derartige Antriebsvorrichtung 2.

[0044] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs insbesondere gemäß den nachfolgenden Sätzen 1 bis 12, eine Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs insbesondere gemäß den nachfolgenden Sätzen 13 bis 15 und eine Antriebsvorrichtung für ein Mahlrohr insbesondere gemäß den nachfolgenden Sätzen 16 bis 19.

Satz 1: Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung von der Innenwand eines Mahlrohrs, wobei die Antriebsvorrichtung des Mahlrohrs zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung angesteuert wird.

Satz 2: Verfahren nach Satz 1, wobei Drehwinkel und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs durch die Antriebsvorrichtung geändert werden.

Satz 3: Verfahren nach Satz 2, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner 180° nicht überschritten wird.

Satz 4: Verfahren nach Satz 2, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels kleiner gleich 90° nicht überschritten wird.

Satz 5: Verfahren einem der Sätze 2 bis 4, wobei der maximale Betrag des Drehwinkels von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung abhängig ist.

Satz 6: Verfahren nach einem der Sätze 2 bis 5, wobei der Drehwinkel um mindestens einen vorgegebenen Drehwinkel schwingend eingestellt wird.

Satz 7: Verfahren nach einem der Sätze 2 bis 6, wobei der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit gleichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird.

Satz 8: Verfahren nach einem der Sätze 2 bis 7, wobei der Drehwinkel nacheinander um mehrere vorgegebene Drehwinkel mit unterschiedlichem Vorzeichen schwingend eingestellt wird.

Satz 9: Verfahren nach einem der vorangehenden Sätze 1 bis 8, wobei das Mahlrohr mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel abrupt gebremst wird.

Satz 10: Verfahren nach Satz 9, wobei das Mahlrohr abrupt bis zum Stillstand gebremst wird.

Satz 11: Verfahren nach einem der vorangehenden Sätze 1 bis 10, wobei zum Lösen der festgeklebten Ladung derselbe Motor verwendet wird wie zur Drehung des Mahlrohrs im Mahlbetrieb.

Satz 12: Verfahren nach einem der vorangehenden Sätze 1 bis 11, wobei die festgeklebte Ladung befeuchtet wird.

Satz 13: Steuervorrichtung für die Antriebsvorrichtung eines Mahlrohrs zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorangehenden Sätze 1 bis 12.

Satz 14: Steuervorrichtung nach Satz 13, wobei sie Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr aufweist.

Satz 15: Steuervorrichtung nach Satz 13 oder Satz 14, wobei sie eine feldorientierte Regeleinrichtung aufweist.

Satz 16: Antriebsvorrichtung für ein Mahlrohr mit einer Steuervorrichtung gemäß einem der Sätze 13 bis 15.

Satz 17: Antriebsvorrichtung gemäß Satz 16, wobei

sie einen Motor aufweist, der das Mahlrohr sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung antreibt.

Satz 18: Antriebsvorrichtung gemäß Satz 17, wobei der Motor mit einem Umrichter gekoppelt ist.

Satz 19: Antriebsvorrichtung gemäß Satz 17 oder Satz 18, wobei der Motor ein Ringmotor ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Lösen einer festgeklebten Ladung (5) von der Innenwand eines Mahlrohrs (1), wobei die Antriebsvorrichtung (2) des Mahlrohrs (1) zum gezielten Lösen der festgeklebten Ladung (5) angesteuert wird, wobei Drehwinkel (φ) und Drehgeschwindigkeit des Mahlrohrs (1) durch die Antriebsvorrichtung (2) geändert werden, und wobei das Mahlrohr (1) mindestens einmal bei einem vorgegebenen Drehwinkel (φ) abrupt gebremst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels (φ) kleiner 180° nicht überschritten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei ein maximaler Betrag des Drehwinkels (φ) kleiner gleich 90° nicht überschritten wird.

5. Verfahren einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der maximale Betrag des Drehwinkels (φ) von der Materialbeschaffenheit der festgeklebten Ladung (5) abhängig ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei ein mehrmaliges abruptes Abbremsen des Mahlrohrs (1) erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das abrupte Abbremsen des Mahlrohrs (1) während einer durch eine Drehung des Mahlrohrs (1) bedingten, abwärts gerichteten Bewegungsphase der festgeklebten Ladung (5) erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Mahlrohr (1) abrupt bis zum Stillstand gebremst wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) derselbe Motor verwendet wird wie zur Drehung des Mahlrohrs (1) im Mahlbetrieb.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die festgeklebte Ladung (5) befeuchtet wird.

11. Steuervorrichtung (3) für die Antriebsvorrichtung (2) eines Mahlrohrs (1) zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.

5

12. Steuervorrichtung (3) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zur Vorgabe eines Fahrzyklus für das Mahlrohr (1) aufweist.

13. Steuervorrichtung (3) nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine feldorientierte Regeleinrichtung aufweist.

10

14. Antriebsvorrichtung (2) für ein Mahlrohr (1) mit einer Steuervorrichtung (3) gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13.

15

15. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Motor aufweist, der das Mahlrohr (1) sowohl im Mahlbetrieb als auch zum Lösen der festgeklebten Ladung (5) antreibt.

20

16. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor mit einem Umrichter gekoppelt ist.

25

17. Antriebsvorrichtung (2) gemäß Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motor ein Ringmotor ist.

30

35

40

45

50

55

FIG 1

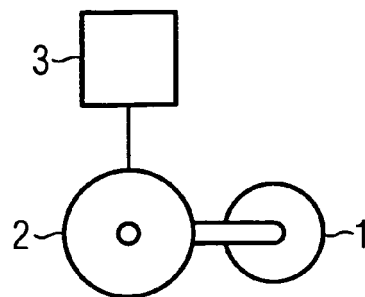


FIG 2

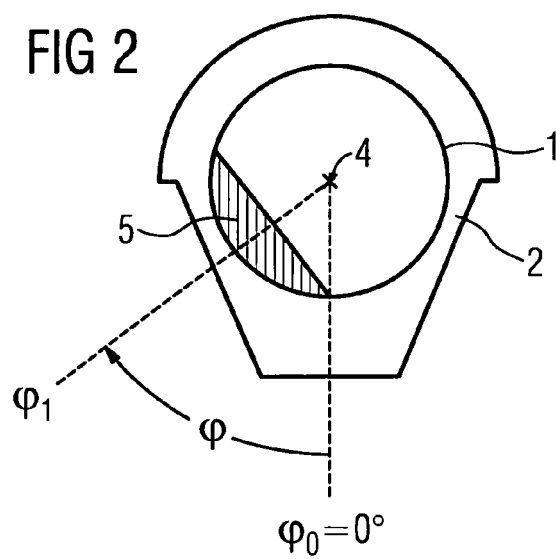


FIG 3

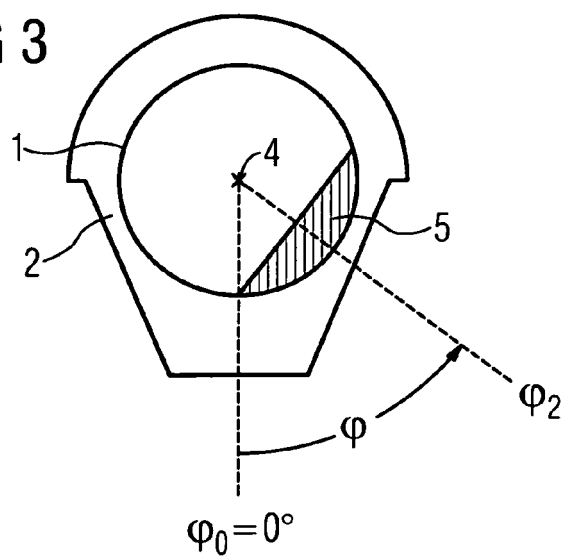


FIG 4

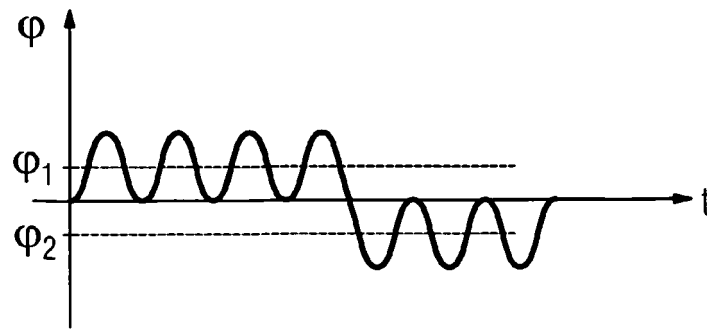


FIG 5

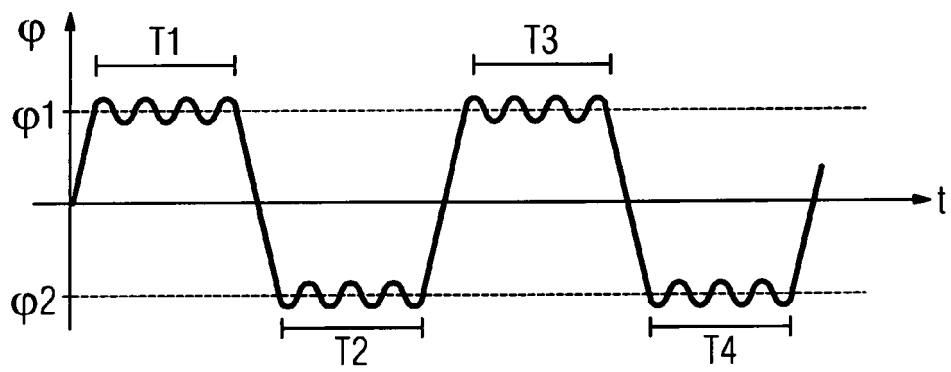
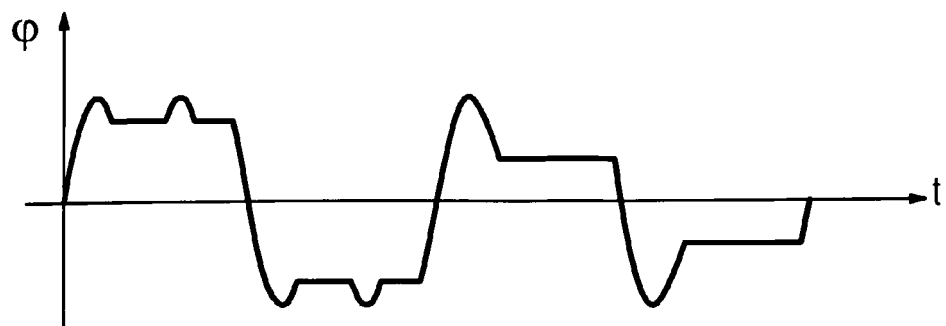


FIG 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3528409 A1 [0004]