

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 912 248 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.02.2002 Patentblatt 2002/07

(21) Anmeldenummer: **97934490.0**

(22) Anmeldetag: **18.07.1997**

(51) Int Cl.7: **B03C 1/24**, B03C 1/247

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP97/03864

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/03266 (29.01.1998 Gazette 1998/04)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TRENNEN VON FEINTEILIGEN STOFFGEMISCHEN MITTELS EINES MAGNETISCHEN FELDES**

PROCESS AND DEVICE FOR SEPARATING MIXTURES OF FINELY DIVIDED MATERIALS BY MEANS OF A MAGNETIC FIELD

PROCEDE ET DISPOSITIF POUR SEPARER DES MELANGES DE MATIERES FINEMENT DIVISEES AU MOYEN D'UN CHAMP MAGNETIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL

(30) Priorität: **19.07.1996 DE 19629110**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(73) Patentinhaber: **Wester Tonbergbau KG**
53347 Alfter (DE)

(72) Erfinder: **WESTER, Harald**
D-53225 Bonn (DE)

(74) Vertreter: **Müller-Gerbes, Margot, Dipl.-Ing.**
Friedrich-Breuer-Strasse 112
53225 Bonn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 342 330 **FR-A- 2 400 959**
SU-A- 1 069 858 **SU-A- 1 139 506**

EP 0 912 248 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trennen von feinteiligen Stoffgemischen aus nichtferromagnetischen Teilchen und ferromagnetischen Teilchen mittels eines magnetischen Feldes, bei dem das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über eine Förderfläche gefördert wird und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem auf der Unterseite der Förderfläche angeordneten und sich bewegenden Magnetsystem mit abwechselnden Polen (N, S) erzeugt werden und das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über den von dem Magnetsystem erzeugten magnetischen Feldern auf der Förderfläche wandert, wobei die ferromagnetischen Teilchen bei Durchlaufen des magnetischen Feldes oberhalb der Förderfläche von dem magnetischen Feld auf die Förderfläche angezogen werden und aus der Förderrichtung des Stoffgemisches ausgelenkt und ausgetragen werden.

[0002] Es sind eine Vielzahl unterschiedlicher Vorrichtungen, wie Trommelscheider, Überbandmagnetscheider und dergleichen, zur magnetischen Ausscheidung von Eisenteilen aus Schüttgütern aller Art bekannt. Insbesondere werden solche Magnetscheider für die Abscheidung relativ großer Fremdeisenteile, wie Werkzeuge, Baggerzähne, Schrauben usw., aus Schüttgütern eingesetzt, um einen wirksamen Schutz für nachgeschaltete Verarbeitungsmaschinen für das Schüttgut zu bieten.

[0003] Aus der DE 43 18 459 C2 ist beispielsweise eine Vorrichtung zur diskontinuierlichen Reinigung von ferromagnetischem Schrott bekannt, die eine mit einem perforierten Boden ausgestattete motorisch angetriebene Trommel und einen unterhalb des perforierten Bodens angeordneten Elektromagneten aufweist. Die Trommel wird chargenweise mit zu reinigendem Material bestückt, das bei Drehung der Trommel zerkleinert und die nicht ferromagnetischen Teile mittels durch den perforierten Boden geblasener Druckluft nach oben aus der Trommel abgeblasen werden. Für feine Stäube ist eine solche Einrichtung nicht praktikabel.

[0004] Aus der DE 32 00 143 A1 ist ein Verfahren mit einer Vorrichtung bekannt, bei der ein senkrecht stehender Polradzylinder mit Polleisten mit in Umfangsrichtung alternierender Polarität vorgesehen ist, das bei Rotation Wirbelströme und unterschiedliche tangential und radiale Kräfte an daran vorbeifallenden Nichteisenmaterialien unterschiedlicher Leitfähigkeit hervorruft, so daß eine gewisse Trennung der zu sortierenden Nichteisenmaterialien durch unterschiedlich starke Auslenkung erfolgen kann.

[0005] Aus der SU-A-1139506 ist ein Verfahren zum Trennen von ferromagnetischen und von nichtferromagnetischen Teilchen mittels eines magnetischen Feldes bekannt, das von auf einem Rotor angeordneten Permanentmagneten mit sich abwechselnden N- und S-Polen erzeugt wird. Das Stoffgemisch wird in einer Förder-

richtung mittels eines Förderbandes durch das magnetische Feld mit ständig wechselnder Feldrichtung gefördert, wobei der sich drehende Rotor mit den Permanentmagneten unterhalb des Förderbandes angeordnet ist. Die ferromagnetischen Teilchen werden zum Rand des Förderbandes ausgelenkt und in einem seitlichen Vorratsbehälter aufgesammelt, die anderen Teilchen werden am Ende des Förderbandes abgegeben. Entsprechend der Größe der ferromagnetischen Teilchen werden die Permanentmagneten unter einer entsprechenden Neigung in bezug auf den Radius des Rotors auf einer Scheibe angeordnet. °

[0006] Aus der SU-A-1069858 ist ein Magnetabscheider bekannt, bei dem das zu trennende Stoffgemisch über eine schräggestellte Förderplatte durch Schwerkraft gefördert wird und ein Magnetsystem unterhalb der Förderplatte angeordnet ist und magnetische Felder mit ständig wechselnden Feldrichtungen erzeugt. Hierbei führt das Magnetsystem sowohl eine Drehbewegung um seine eigene Achse als auch um die vertikale Achse der Förderplatte aus, und zwar im Bereich des Förderweges des Stoffgemisches vom Auftreffen auf der Förderplatte bis zum Verlassen derselben. Die ferromagnetischen Teilchen verlassen die Förderplatte erst nach Verlassen des Wirkungsfeldes des Magnetsystems.

[0007] Aus der EP-A-0342 330 ist ein Magnetabscheider bekannt, bei dem ein Förderband über eine rotierende Trommel geführt wird und innerhalb der Trommel ein mit Permanentmagneten bestückter Magnetrotor so angeordnet ist, daß er an einen Bereich möglichst nahe der Trommel und dem vorbeigeführten Stoffgemisch kommt. Zur Erhöhung der Wirkung des Wechselmagnetfeldes für eine verbesserte Trenngüte wird außerhalb der Trommel dem Magnetfeld ein Richtkörper zur Konzentrierung der Feldlinien zugeordnet. Trommel und Magnetrotor drehen sich gleichsinnig.

[0008] Je feinteiliger ein Stoffgemisch aufgebaut ist, insbesondere dergestalt, daß die ferromagnetischen die Verunreinigung darstellenden Teilchen praktisch in der gleichen Größenordnung und in hohen Anteilen in dem zu trennenden Stoffgemisch enthalten sind, ist eine saubere Trennung derartiger

[0009] Stoffgemische mit feinteiligen Anteilen ferromagnetischer Teilchen mit den bekannten Magnetscheidern nicht mehr gewährleistet.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Magnetscheider zu schaffen, mit dem es möglich ist, eine Stofftrennung eines ferromagnetische Teilchen enthaltenden Stoffgemisches zu ermöglichen, auch mit sehr hohem Reinheitsgrad und geringen Restanteilen an ferromagnetischen Teilchen in der gereinigten Fraktion. Insbesondere soll eine Stofftrennung eines Stoffgemisches in ferromagnetische Teilchen und nichtferromagnetische Teilchen für Teilchengrößen zwischen 0 bis 1 mm erfolgen. Solche Stoffgemische sind beispielsweise Eisenteilchen enthaltende Minerale, gemahlene Kunststoffe, Hochofen- und Stahlwerksschlacken, Industriemüll u.a.

[0011] Die bekannten Magnetscheider sind nicht geeignet, um derart feinteilige Stoffgemische sauber zu trennen bzw. die ferromagnetischen Teilchen sauber herauszuholen. Je feiner die ferromagnetischen Teilchen sind, um so mehr nicht ferromagnetisches Produkt wird bei der Stofftrennung mit den ferromagnetischen Teilchen mitgerissen, so daß keine saubere Stofftrennung möglich wird. Zum anderen sind feine ferromagnetische Teilchen so in den nichtferromagnetischen Teilchen verpackt, daß sie mittels der bekannten Magnetabscheider gar nicht aus dem Stoffgemisch heraushebbar und -lösbar sind.

[0012] Die Erfindung löst das gestellte Problem zum Trennen von feinteiligen Stoffgemischen aus nichtferromagnetischen Teilchen und ferromagnetischen Teilchen mit einer maximalen Teilchengröße bis zu 1 mm mittels eines magnetischen Feldes gemäß Anspruch 1 dadurch, daß zum Trennen von Teilchen mit einer maximalen Teilchengröße bis zu 1 mm 3.000 bis 50.000 Feldwechsel je Minute durch das Magnetsystem erzeugt werden, die infolgedessen ferromagnetischen Teilchen eine Bewegung entgegengesetzt zu oder in der Bewegungsrichtung des Magnetsystems entlang der von dem Magnetsystem gebildeten Arbeitsbahn ausführen, und bei der so durch den magnetischen Feldwechsel hervorgerufenen zwangsweisen Bewegung der ferromagnetischen Teilchen an diesen infolge des feinteiligen Stoffgemisches anhaftende nichtferromagnetische Teilchen gelöst werden und eine saubere Trennung in eine nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion und eine ferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion durchgeführt wird und je nach Größe der ferromagnetischen Teilchen und/oder der Wechselgeschwindigkeit des Magnetsystems die ferromagnetischen Teilchen entgegengesetzt zur oder in Bewegungsrichtung des Magnetsystems aus der Förderrichtung des Stoffgemisches ausgelenkt werden.

[0013] Weitere Ausgestaltungen des Verfahrens gemäß der Erfindung sind den kennzeichnenden Merkmalen der Unteransprüche 1 bis 12 entnehmbar.

[0014] Das erfindungsgemäße Magnetsystem kann als Permanentmagnetsystem oder als elektromagnetisches Magnetsystem ausgebildet sein, insbesondere ist es mehrpolig ausgebildet.

[0015] Erfindungsgemäß wird die Wirkung eines Magnetfeldes auf ein ferromagnetisches Teilchen in einer neuen Anordnung eines vorzugsweise mehrpoligen Magnetsystems auf einer Arbeitsbahn in Verbindung mit sehr schnellen örtlichen Magnetfeldwechseln, die durch eine entsprechende Bewegungsgeschwindigkeit des mehrpoligen Magnetsystems erzeugt werden, in Verbindung mit einer feststehenden Förderfläche oder einer sich in bezug auf die Bewegungsgeschwindigkeit des Magnetsystems relativ sehr langsam und in entgegengesetzter Richtung zur Bewegungsrichtung des Magnetsystems bewegenden Förderfläche für das zu trennende Stoffgemisch angewendet.

[0016] Erfindungsgemäß kann die Förderung des

Stoffgemisches über die Förderfläche durch Einwirken von Schwerkraft und/oder Vibrationen, hervorgerufen durch Förderimpulse, bewirkt werden.

[0017] Gemäß einem Merkmal der Erfindung werden zur Durchführung des Verfahrens 3.000 bis 50.000 Feldwechsel je Minute durch das sich bewegende Magnetsystem erzeugt. Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist, daß das Magnetsystem entgegengesetzt der Förderrichtung des Stoffgemisches bewegt wird. Insbesondere wandert das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über den von dem Magnetsystem erzeugten magnetischen Feldern auf der Förderfläche quer zur Polanordnung. Hierbei wird das Magnetsystem in einer zur Förderfläche des Stoffgemisches parallelen Ebene bewegt.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich des weiteren dadurch aus, daß die ferromagnetischen Teilchen durch die Beaufschlagung mit schnell wechselnden magnetischen Feldern schnell wechselnde magnetische Neuorientierungen durchführen und eine Bewegung entgegengesetzt zu oder in der Bewegungsrichtung des Magnetsystems entlang der von dem Magnetsystem gebildeten Arbeitsbahn ausführen, und bei der so durch den magnetischen Feldwechsel hervorgerufenen zwangsweisen Bewegung der ferromagnetischen Teilchen an diesen infolge des feinteiligen Stoffgemisches anhaftende nichtferromagnetische Teilchen gelöst werden und eine saubere Trennung in eine nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion und eine ferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion durchgeführt wird.

[0019] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird es möglich, feinteilige Stoffgemische in eine ferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion und eine nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion mit einem Restanteil an ferromagnetischen Teilchen von im günstigsten Fall bis zu 0,01 Gew.-% Restanteil nicht übersteigend zu trennen.

[0020] Hierbei ist es möglich, daß das Stoffgemisch über eine feststehende Förderfläche gefördert wird, und nur das Magnetsystem eine Bewegung unterhalb der Förderfläche in entgegengesetzter Richtung zur Förderrichtung des Stoffgemisches durchführt. Hierbei ist es von Vorteil, die feststehende Förderfläche schräg zu stellen, bevorzugt unter einem Winkel von 30 bis 80°, vorzugsweise 45 bis 75°, so daß das Stoffgemisch über die geneigte Förderfläche unter Einwirkung von Schwerkraft fallend gefördert wird. Die Steilheit richtet sich nach dem eingesetzten Stoffgemisch, nach der Korngrößenverteilung und auch der Menge an zu entfernenden ferromagnetischen Teilchen und deren Größe. Eine weitere Verbesserung der Stofftrennung wird dadurch erreicht, daß die Förderfläche, über die das Stoffgemisch geführt und auch durch die magnetischen Felder geführt wird, in Vibration versetzt wird und auf diese Weise das Stoffgemisch aufgelockert und das Austragen der ferromagnetischen Teilchen und die Stofftrennung erleichtert wird.

[0021] Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Verfahrens zur Stofftrennung wird das Stoffgemisch über eine feststehende Förderfläche gefördert und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem auf der Unterseite der Förderfläche angeordneten in einer parallelen Ebene zur Förderfläche rotierenden Magnetsystem mit auf einem Kreisring angeordneten abwechselnden Polen (N, S) erzeugt werden und das Stoffgemisch in Förderrichtung über der von dem Magnetsystem in Gestalt eines Kreisringes gebildeten Arbeitsbahn auf der Förderfläche wandert, wobei die ferromagnetischen Teilchen bei Durchlaufen des magnetischen Feldes oberhalb des Kreisringes von dem magnetischen Feld auf die Förderfläche angezogen werden und je nach Größe der ferromagnetischen Teilchen und/oder der Rotationsgeschwindigkeit des Magnetsystems die ferromagnetischen Teilchen entgegengesetzt zur oder in Drehrichtung des Magnetsystems entlang der Kreisringbahn aus der Förderrichtung des Stoffgemisches ausgelenkt und ausgetragen werden.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über eine langsamdrehende Fördertrommel gefördert wird und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem auf der Innenseite der Fördertrommel angeordneten sich entgegengesetzt zur Drehrichtung der Fördertrommel drehenden Magnetsystem mit abwechselnden Polen (N, S) erzeugt werden und das Stoffgemisch in Förderrichtung über den von dem Magnetsystem erzeugten magnetischen Feldern auf der Förderfläche wandert, wobei die ferromagnetischen Teilchen bei Durchlaufen des magnetischen Feldes oberhalb der Förderfläche von dem magnetischen Feld auf die Förderfläche angezogen werden und die ferromagnetischen Teilchen in Drehrichtung der Trommel aus dem Stoffgemisch ausgelenkt und ausgetragen werden.

[0023] Auch bei der Förderung des Stoffgemisches über eine Fördertrommel kann die Förderung durch Einwirken von Schwerkraft und/oder Vibrationen, hervorgerufen durch Förderimpulse, oder durch die Drehung der Fördertrommel selbst bewirkt werden.

[0024] Des weiteren schlägt die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Trennen von feinteiligen Stoffgemischen aus nichtferromagnetischen Teilchen und ferromagnetischen Teilchen mit einer maximalen Teilchengröße bis zu 1 mm mittels eines magnetischen Feldes gemäß Anspruch 13 vor, bei der eine feststehende Austragsplatte aus einem nichtmagnetisierbaren Material als Förderfläche vorgesehen ist, die auf einer Seite, im Falle einer geneigten Förderfläche auf ihrer höherliegenden Seite, eine Eintrittsöffnung für die Aufgabe des Stoffgemisches aufweist und auf der hierzu gegenüberliegenden Seite eine Ausgangsöffnung für die von den ferromagnetischen Teilchen befreite nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion, daß ein mit einem Antrieb versehener drehbarer

Drehteller unterhalb der Austragsplatte und parallel zu dieser sich erstreckend angeordnet ist und auf dem Drehteller ein mehrpoliges Magnetsystem mit auf einem Kreisring beabstandet voneinander angeordneten Polen (abwechselnd N, S), wobei der Drehteller aus einem weichmagnetischen Material die Rückschlußplatte des Magnetsystems bildet und in der Austragsplatte oberhalb des Kreisringes der Pole, jedoch außerhalb des der Eingangsöffnung und der Ausgangsöffnung zugeordneten Bereiches mindestens eine Austragsöffnung für die ferromagnetischen Teilchen des Stoffgemisches ausgebildet ist und auf der Unterseite der Austragsplatte in dem Zwischenraum zum Drehteller unterhalb der Austragsöffnungen eine Ablaufrinne zum Auffangen und Wegbefördern der durch die Austragsöffnungen hindurchfallenden ferromagnetischen Teilchen vorgesehen ist. "

[0025] Entsprechend hohe Drehzahlen des Magnetsystems und damit verbundene häufige Feldwechsel vorausgesetzt, bewegen sich sehr kleine, leichte ferromagnetische Teilchen hierbei entgegen der Drehrichtung des Magnetsystems, d.h. gegenläufig zur Feldwechselrichtung, während größere ferromagnetische Teilchen und auch plättchenförmige ferromagnetische Teilchen sich auf Grund ihrer größeren Trägheit bzw. Konfiguration mit der Drehrichtung des Magnetsystems und des Feldwechsels entlang der Kreisringbahn von schräggestellten feststehenden Förderflächen fortbewegen.

[0026] Erfindungsgemäß wird darüber hinaus durch die schnelle Rotation eines vielpoligen Magnetsystems und der damit verbundenen häufigen Feldwechsel, die die stetige Umorientierung der magnetisierten und entsprechend der vorherrschenden Feldrichtung ausgerichteten ferromagnetischen Teilchen hervorrufen, bewirkt, daß auch vorher zwischen den ferromagnetischen Teilchen sich befindende nicht ferromagnetische Teilchen, die an diesen anhaften, frei werden und durch die Bewegung der Eisenteilchen entlang der Arbeitsbahn abgeschüttelt werden und somit ebenfalls in Förderrichtung gemäß der Schwerkraft mit dem von den ferromagnetischen Teilchen befreiten restlichen Stoffgemisch sich über die Förderfläche in Richtung Gravitation bewegen und dann ohne die ferromagnetischen Teilchen, die auf dem bzw. durch das Magnetfeld weiterwandern, ausgetragen werden. Auf diese Weise ist ein sehr sauberes und hochprozentig reines von ferromagnetischen Teilchen freies Produkt durch das erfindungsgemäße Trennverfahren erhältlich. Insbesondere sind sehr feinteilige Stoffgemische mit Teilchengrößen von 0 bis 1 mm mit einem hohen Reinheitsgrad in eine nichtferromagnetische und eine ferromagnetische Fraktion auftrennbar.

[0027] Bei einem erfindungsgemäßen mehrpoligen Magnetsystem mit auf einer Kreisringbahn angeordneten Polen sollten mindestens zehn Feldwechsel bei einer Umdrehung des Magnetsystems stattfinden. Um den schnellen Feldwechsel zu ermöglichen, rotiert das

System, wobei bevorzugt mindestens 300 bis 1000 Umdrehungen pro Minute für das Magnetsystem unter Berücksichtigung der Feinteiligkeit des Stoffgemisches vorgesehen sind.

[0028] Gemäß einem weiteren Vorschlag der Erfindung kann das Verfahren zur Stofftrennung auch mit einer Vorrichtung durchgeführt werden, bei der eine Fördertrommel aus einem nichtmagnetisierbaren Material als Förderfläche vorgesehen ist und innerhalb der Fördertrommel ein auf einer drehbaren Welle gelagerter Magnetträger, an dessen Umfang die Magnete mit wechselnden Polen angebracht sind und wobei der Magnetträger unabhängig von der Fördertrommel entgegengesetzt zur Drehrichtung der Fördertrommel drehbar antreibbar ist.

[0029] Bevorzugt wird die Fördertrommel von einem flexiblen Fördergurt umgeben, der um die Fördertrommel und eine Umlenkwalze geführt wird. Innerhalb der Fördertrommel ist das Magnetsystem auf einer drehbaren Welle gelagert und kann sich unabhängig vom Trommelmantel, d.h. der Fördertrommel, und dem Fördergurt drehen. Insbesondere ist vorgesehen, daß die Fördertrommel bzw. der Fördergurt sich nur langsam in Förderrichtung mit etwa 2 bis 50 Umdrehungen je Minute dreht, hingegen das innerhalb der Fördertrommel angeordnete Magnetsystem sich in entgegengesetzter Drehrichtung zur Fördertrommel und zur Förderrichtung so schnell dreht, wie notwendig ist, um 3.000 bis 50.000 Feldwechsel je Minute zu erzeugen. Dies richtet sich nach der Anzahl der Pole, die abwechselnd in Kreisform auf dem Magnetsystem angeordnet sind.

[0030] Die Bereiche und Teile der Vorrichtung, die nicht unmittelbar das magnetische System bilden, wie die Förderfläche und Austragsplatte und eine den Förderbereich überdeckende Abdeckplatte, sind bevorzugt aus einem nichtmagnetisierbaren Material, beispielsweise Edelstahl, ausgebildet.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine Seitenansicht der Trennvorrichtung in schematisierter Darstellung
- Fig. 2 die Aufsicht auf den Drehteller mit mehrpoligem Magnetsystem in Kreisringanordnung
- Fig. 3 die Draufsicht auf die Trennvorrichtung nach Fig. 1 ohne Abdeckklappe
- Fig. 4 eine schematisierte Darstellung des Stofftrennvorganges in der Ansicht der Fig. 3.
- Fig. 5 schematische Darstellung der erzwungenen Wanderung der ferromagnetischen Teilchen
- Fig. 6 schematische Darstellung der Stofftrennung mittels einer Fördertrommel mit För-

dergurt

Fig. 7, 8 schematische Seitenansicht und Querschnitt einer Fördertrommel gemäß Fig. 6.

[0032] In der Fig. 5 ist das Prinzip der magnetischen Trennung mittels hochfrequenter Feldwechsel dargestellt. Über eine Arbeitsfläche 5 wird ein Stoffgemisch geleitet, von dem der Einfachheit halber nur die ferromagnetischen Teilchen 100 dargestellt sind. Unterhalb der Förderfläche 5 ist ein in Pfeilrichtung D sich bewegendes Magnetsystem angeordnet, bei dem auf einem Magnetträger 4 eine Vielzahl von Magneten 3 angeordnet ist, wobei die Magnetpole Nord und Süd einander abwechseln. Die Bewegungsrichtung des Stoffgemisches P1 ist entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung D des Magnetsystems. Durch die Bewegung des Magnetsystems und die abwechselnd angeordneten Pole Nord und Süd werden sehr schnelle örtliche magnetische Feldwechsel erzeugt und wirken auf die magnetisierbaren Bestandteile des Stoffgemisches, das sich auf der Förderfläche 5 befindet, wodurch die ferromagnetischen Teilchen 100 des Stoffgemisches magnetisiert werden, wie durch die eingezeichnete Pole N, S angedeutet. Durch diese magnetischen Feldwechsel werden die magnetisierten ferromagnetischen Teilchen 100 jeweils gedreht und wandern entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des Magnetsystems in sich überschlagender Weise auf der Förderfläche 5 in Richtung P1. Die ferromagnetischen magnetisierten Teilchen 100 bilden dabei teilweise Ketten aus, zum Beispiel die Kette 100a, die sich komplett dieser Bewegungsform anpassen. Diese Bewegung der magnetisierten Teilchen 100 kann dazu genutzt werden, diese aus dem Stoffgemisch, das sich ebenfalls auf der Förderfläche 5 befindet, d.h. von den nichtferromagnetischen Teilchen auszulenken und abzutrennen.

[0033] Auf Grund des erfindungsgemäß erzeugten permanenten schnellen Feldwechsels des magnetischen Feldes werden die ferromagnetischen Teilchen des Stoffgemisches vom Magnetsystem in eine Wanderungsbewegung gezwungen, da die ferromagnetischen Teilchen stets in Richtung der Konvergenz der Feldlinien angezogen werden. Durch die vom Magnetsystem hervorgerufenen permanenten Feldwechsel bewegen sich die durch das Magnetfeld magnetisierten ferromagnetischen Teilchen in Richtung auf die entsprechenden Feldlinien und vollführen dabei entlang der von dem magnetischen Feld beeinflussten Arbeitsbahn auf der Förderfläche ständige Neuorientierungen gemäß der ständig erfolgenden Feldwechsel, die sich einer Überkopf- und Purzelbewegung der ferromagnetischen Teilchen ausdrückt.

[0034] In den Fig. 1 bis 4 ist eine Anwendung der erfindungsgemäßen Stofftrennung dargestellt, bei der als Förderfläche eine feststehende Austragsplatte vorgesehen ist, die schräggestellt ist und über die das Stoffgemisch in Richtung der Schwerkraft wandert. Unter-

halb der Förderfläche ist das Magnetsystem auf einer Kreisringbahn angeordnet und rotiert mit hoher Geschwindigkeit, wodurch entsprechend schnelle magnetische Feldwechsel auf der Förderfläche erzeugt werden.

[0035] Die Trennvorrichtung gemäß Fig. 1 und 3 umfaßt eine feststehende Austragsplatte 5, die die Förderfläche für das zu trennende Stoffgemisch darstellt. Bevorzugt ist die Austragsplatte unter einem Winkel α schräg aufgerichtet, beispielsweise unter einem Winkel von 70° bezogen auf die Horizontale. Unter der Austragsplatte 5 ist mit geringem Abstand und parallel hierzu der Magnetträger in Gestalt eines Drehtellers 4 angeordnet, der über den Motor 2 in Rotation in Drehrichtung D versetzt wird. Auf dem Drehteller 4 sind auf einer Kreisringbahn in dem gezeigten Beispiel, siehe Fig. 2, 28 Pole N/S abwechselnd unter gleichen Abständen fest angebracht. Die Pole 3 bilden das mehrpolige Magnetsystem, das eine entsprechende Anzahl von Feldwechseln entlang der von den Polen gebildeten Kreisringbahn bei einer Umdrehung des Drehtellers 4 in Drehrichtung D ermöglicht. Je schneller der Drehteller 4 dreht, desto höher ist die Anzahl der Feldwechsel pro Einheit, an einer bestimmten Stelle betrachtet, in bezug auf die Austragsplatte 5.

[0036] Das zu trennende Stoffgemisch, das Auftragsgut, wie aus Fig. 1 und 3 ersichtlich, wird von oberhalb auf die Auftragsplatte 5 über die Eingangsöffnung oder den Eingangsbereich 10 aufgegeben und fällt auf Grund der Schwerkraft in Förderrichtung F im wesentlichen nach unten und wird - ohne Einwirkung eines Magnetfeldes - durch die Ausgangsöffnung oder den Ausgangsbereich 11 ausgetragen. Für den Betrieb ist oberhalb der Austragsplatte 5 mit dem entsprechenden Abstand, um das Fördern des Stoffgemisches in Pfeilrichtung F nicht zu behindern, eine Abdeckklappe 6 vorgesehen. Die Abdeckklappe 6 und die Austragsplatte 5 sind aus einem nichtmagnetisierbaren Material, beispielsweise einem entsprechenden Edelstahl, hergestellt.

[0037] Die Austragsplatte 5 weist mindestens eine, bevorzugt drei Austragsöffnungen 51, 52, 53 für die ferromagnetischen Teilchen auf, wie in der Ansicht nach Fig. 3 ersichtlich. Diese Austragsöffnungen sind Durchbrechungen, beispielsweise in Gestalt von Schlitzfenstern, in der Austragsplatte 5. Sie sind in einem Bereich der Kreisringbahn K, auf der die Pole 3 unterhalb der Austragsplatte mit dem Drehteller 4 umlaufen, angeordnet, wobei sich diese Austragsöffnungen 51, 52, 53 außerhalb des Aufgabebereiches 10 und Austragsbereiches 11 bzw. an deren Randbereichen befinden können. Die beiden Austragsöffnungen 51, 52, die im unteren Bereich der Austragsplatte angeordnet sind, sind in Förderrichtung F betrachtet, schmale längliche Schlitzfenster, so daß möglichst kein nicht ferromagnetisches Stoffgemisch durch diese Schlitzfenster hindurchfallen kann. Eine weitere Austragsöffnung 53 ist, in Drehrichtung des Drehtellers 4 betrachtet, etwa um 90° von dem Aufgabebereich

bereich der Austragsplatte 5 oberhalb der Kreisringbahn K in der Austragsplatte 5 ausgebildet. Auf der Unterseite der Austragsplatte 5 ist in dem Zwischenraum zum Drehteller 4 unterhalb der Austragsöffnungen 51, 52, 53 eine nicht näher dargestellte Ablaufrinne zum Auffangen und Wegbefördern der durch die Austragsöffnungen hindurchfallenden ferromagnetischen Teilchen vorgesehen.

[0038] Die Austragsöffnungen 51, 52 sind jeweils über 90° von dem Aufgabebereich 10 entfernt auf der Austragsplatte 5 oberhalb der Kreisringbahn K der Pole 3 angeordnet.

[0039] Bei Aufgabe von Stoffgemisch durch den Aufgabebereich 10 in Förderrichtung F trifft das sowohl ferromagnetischen Teilchen 100 als auch nichtferromagnetische Teilchen 101 enthaltende Stoffgemisch im Bereich 50 auf das unterhalb der Austragsplatte 5 angeordnete und schnell rotierende Magnetsystem und durchläuft dessen magnetisches wechselndes Feld, das durch die Kreisringbahn K angedeutet ist. Beim Durchlaufen dieses magnetischen Feldes im Bereich 50 werden die ferromagnetischen Teilchen magnetisiert und durch die magnetischen Feldlinien und Wirkungen an die Oberfläche der Austragsplatte 5 angezogen, während die nichtmagnetisierbaren Teilchen 101, siehe auch Fig. 4, in Förderrichtung F ungehindert weiter auf Grund der Schwerkraft rutschen. Die auf der Oberfläche der Austragsplatte 5 festgehaltenen ferromagnetischen Teilchen 100 im Bereich der Kreisringbahn K werden nun durch das rotierende Magnetsystem ständig einem die Feldrichtung wechselnden Magnetfeld ausgesetzt, wodurch sie zwangsläufig in eine Überkopfbewegung geraten, da sie in Richtung der Konvergenz der Feldlinien, die ja ständig wechseln, angezogen werden und sich entsprechend der Feldwechsel ständig neu gemäß den gerade vorherrschenden Feldlinien anordnen.

[0040] Die auf Grund des wechselnden magnetischen Feldes erfolgende Bewegung der feinen ferromagnetischen Teilchen 100 verläuft entgegengesetzt der Drehrichtung D des Drehteller 4, nämlich in Richtung der Pfeile P1. Mit den ferromagnetischen Teilchen 100 werden jedoch auch an diesen anhaftende nichtferromagnetische Teilchen 101 noch mit auf der Oberfläche der Austragsplatte 5 mit festgehalten bzw. in Bewegungsrichtung der ferromagnetischen Teilchen 100 mitgeführt. Durch die ständige Bewegung der ferromagnetischen Teilchen 100 erfolgt jedoch eine Lockerung zwischen den ferromagnetischen und den an diesen anhaftenden nichtferromagnetischen Teilchen 101, die sich zu Anfang noch mit den ferromagnetischen Teilchen 100 auf der Kreisringbahn K mitbewegt haben. Schließlich fallen die nichtferromagnetischen Teilchen 100 von den ferromagnetischen Teilchen 100 ab und können nun ebenfalls in Förderrichtung F über die Austragsplatte 5 nach unten herausfallen. Gleichzeitig wandern die ferromagnetischen Teilchen 100 über einen längeren Weg entlang der Kreisringbahn K, siehe Pfeil P1 in Fig. 4, beispielsweise über einen Umschlingungs-

kel von etwa 120°, wobei sie durch ihre zwangsläufige Bewegung auf Grund des wechselnden Magnetfeldes hoch gereinigt werden, bis sie die Austragsöffnung 51 erreichen und hier durch die Austragsplatte 5 nach unten fallen und aus der Entnahmeöffnung 12, siehe Fig. 1, als reine ferromagnetische Fraktion anfallen und entfernt werden.

[0041] Größere ferromagnetische Teilchen, siehe Fig. 4, wandern auf Grund ihrer Trägheit in Drehrichtung D auf der Kreisringbahn K gemäß Pfeilen P2, bis sie die Austragsöffnung 53 in der Austragsplatte 5 erreichen und hier hindurchfallen und ebenfalls als Eisenfraktion abgeführt werden.

[0042] Soweit noch ferromagnetische Teilchen in dem aufgegebenen Stoffgemisch nach dem Durchlaufen des magnetischen Feldes im Bereich 50 der Kreisringbahn in dem Stoffgemisch enthalten sind, werden diese in Pfeilrichtung F nach unten befördert und treffen hier ein zweites Mal im Bereich 55 auf das magnetische Feld beim Durchqueren der Kreisringbahn K. Hier kann nun eine weitere Aussortierung von ferromagnetischen Teilchen durch das schnell die Feldrichtung wechselnde Magnetfeld erfolgen, wobei die an der Austragsplatte 5 infolge der magnetischen Feldwirkungen anhaftenden ferromagnetischen Teilchen, sofern sie klein genug sind, wiederum entgegen der Drehrichtung D auf der Kreisringbahn K bis zu der Austragsöffnung 52 wandern und durch diese dann hindurchfallen und abgeführt werden. Sollten noch gröbere ferromagnetische Teilchen in dem Stoffgemisch im Bereich 55 enthalten sein, so werden diese mit der Drehrichtung D in Richtung der Austragsöffnung 51 entlang der Kreisringbahn sich bewegen und bei 51 ausgetragen werden.

[0043] Auch in diesem Bereich des magnetischen Feldes werden die ferromagnetischen Teilchen in heftige Überschlagbewegungen infolge der Feldwechsel versetzt, so daß eventuell an den ferromagnetischen Teilchen noch anhaftende nicht ferromagnetische Teilchen abgelöst werden und dem Ausgangsbereich 11 infolge der Schwerkraft auf der Austragsplatte 5 zustreben.

[0044] Nach Verlassen der Kreisringbahn K ist das aufgegebene Stoffgemisch im Ausgangsbereich 11 der Austragsplatte 5 hochgradig gereinigt, d.h. frei von ferromagnetischen Teilchen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren ermöglichen, ferromagnetische Teilchen enthaltende feinteilige Stoffgemische so rein zu reinigen, daß der Restgehalt an ferromagnetischen Teilchen unter 0,01 Gew.-% zu liegen kommt.

[0045] Die Drehgeschwindigkeit des Drehtellers 4 sowie die Anzahl der Pole in Kreisringanordnung, deren Abstand und Größe hängen von der Zusammensetzung des feinteiligen Stoffgemisches in Quantität und Qualität ab.

[0046] In der Fig. 6 ist eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, bei dem das Stoffgemisch aus ferromagnetischen Teilchen 100

und nichtferromagnetischen Teilchen 101 mit einer maximalen Teilchengröße bis zu 1 mm in einer Förderrichtung F über eine langsam drehende Fördertrommel 500 gefördert wird und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem innerhalb der Fördertrommel angeordneten sich entgegengesetzt zur Drehrichtung FD der Fördertrommel 500 in Richtung D drehenden Magnetsystem mit Magneten 3 mit abwechselnden Polen N, S erzeugt werden. Bevorzugt ist über der Fördertrommel 500 ein Fördergurt 504 vorgesehen, der über die Fördertrommel 500 mit dem Magnetsystem und eine Umlenkrolle 503 geführt wird.

[0047] Hierbei ist die Umlenkwalze 503 mit gleich großem Durchmesser wie die Fördertrommel ausbildbar oder bevorzugt mit kleinerem Durchmesser als die Fördertrommel 500, wodurch der Umschlingungswinkel des Fördergurtes 504 um die Fördertrommel 500 größer als 180° wird.

[0048] Wie aus den Fig. 7 und 8 ersichtlich, ist das Magnetsystem auf einer drehbaren Welle 501 gelagert mittels der Lager 507a, 507b und rotiert in Drehrichtung D unabhängig von der Fördertrommel 500. Die Fördertrommel 500 ist ebenfalls auf der Welle 501 mittels der Lager 506a, 506b gelagert und kann sich unabhängig von dem Magnetsystem drehen. Die Magnete 3 sind auf dem Magnetträger 502 befestigt, der wiederum an der Welle 501 befestigt ist.

[0049] Die Fördertrommel mit dem umlaufenden Fördergurt 504 dreht sich langsam in Arbeitsrichtung F bzw. FD mit 2 bis 50 Umdrehungen je Minute. Das Magnetsystem 4 hingegen dreht sich mit so vielen Umdrehungen je Minute entgegengesetzt zur Drehrichtung der Trommel, wie notwendig sind, um entsprechend der Anzahl der abwechselnden Pole N, S am Umfang des Magnetträgers und in bezug auf die Fördergeschwindigkeit F des Fördergurtes ca. 3.000 bis 50.000 magnetische Feldwechsel je Minute zu erzeugen. Auf dem Fördergurt wird das Stoffgemisch 100, 101 in den Arbeitsbereich der Fördertrommel gebracht, wo unter Einwirkung der magnetischen Wechselfelder die ferromagnetischen Teilchen 100 magnetisieren und nun die magnetisierten Teilchen 100 eine Wanderbewegung auf dem Fördergurt 504, wie in der Fig. 5 dargestellt, beginnen. Diese Wanderbewegung ist entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des Magnetsystems gerichtet. Bei dieser Wander- und Purzelbewegung, wie vorangehend beschrieben, lösen sich die magnetisierten ferromagnetischen Teilchen 100 von den nichtferromagnetischen Teilchen 101. An der die Vertikale V begrenzenden Kante H des Fördergurtes bzw. der Fördertrommel fallen die nichtferromagnetischen Teilchen 100 infolge der Schwerkraft automatisch von der Fördertrommel bzw. dem Fördergurt nach unten ab und können im Bereich S aufgesammelt und abgeführt werden. Die magnetisierten Teilchen 100 hingegen bleiben an dem Fördergurt 504 haften und führen ihre Wanderbewegung auf der Außenseite beim weiteren Umlauf auch nach unten der Fördertrommel fort, und zwar so lange, wie der Fördergurt 504 an

der Trommeloberfläche haftet und die magnetischen Wechselfelder eine ausreichende Beeinflussung und Anziehungskraft auf die magnetisierten Teilchen ausüben. Spätestens im Bereich E, wo der Fördergurt 504 von der Fördertrommel und damit von dem Magnetsystem 4 entfernt wird in Richtung auf die Umlenkwalze 503 fortgeführt wird, also an der Stelle, wo der Fördergurt den Fördertrommelmantel verläßt und das magnetische Feld verläßt, fallen auch die magnetisierten ferromagnetischen Teilchen 100 ab und können auf einer Sammelstelle S0 aufgesammelt und abgeführt werden. Auch die ferromagnetischen Teilchen 100 fallen dann unter Einwirkung der Schwerkraft ab. Auf Grund des Durchlaufens des magnetischen Wechselfeldes und der erzwungenen vielfältigen Bewegung der ferromagnetischen Teilchen können sich die nichtferromagnetischen Teilchen, auch die die an den ferromagnetischen Teilchen anhaften, ablösen und es erfolgt eine sehr saubere Trennung von ferromagnetischen Teilchen in zwei Fraktionen mit einem sehr hohen Reinheitsgrad beider Fraktionen.

[0050] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtung können insbesondere trockene rieselfähige Stoffgemische, enthaltend ferromagnetische Teilchen, sauber getrennt werden. Die Neigung der Austragsplatte und damit die Rutschgeschwindigkeit oder Fördergeschwindigkeit des Stoffgemisches über und durch das wechselnde magnetische Feld hängen ebenfalls von der Rieselfähigkeit und Schütffähigkeit des zu trennenden Stoffgemisches ab.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Trennen von feinteiligen Stoffgemischen aus nichtferromagnetischen Teilchen und ferromagnetischen Teilchen mittels eines magnetischen Feldes, bei dem das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über eine Förderfläche gefördert wird und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem auf der Unterseite der Förderfläche angeordneten und sich bewegenden Magnetsystem mit abwechselnden Polen (N, S) erzeugt werden und das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über den von dem Magnetsystem erzeugten magnetischen Feldern auf der Förderfläche wandert, wobei die ferromagnetischen Teilchen bei Durchlaufen des magnetischen Feldes oberhalb der Förderfläche von dem magnetischen Feld auf die Förderfläche angezogen werden und aus der Förderrichtung des Stoffgemisches ausgelenkt und ausgetragen werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Trennen von Teilchen mit einer maximalen Teilchengröße bis zu 1 mm 3.000 bis 50.000 Feldwechsel je Minute durch das Magnetsystem erzeugt werden, infolgedessen die ferromagnetischen Teilchen eine Bewegung entgegengesetzt zu oder in der Bewegungsrichtung des Magnetsystems

entlang der von dem Magnetsystem gebildeten Arbeitsbahn ausführen, und bei der so durch den magnetischen Feldwechsel hervorgerufenen zwangsweisen Bewegung der ferromagnetischen Teilchen an diesen infolge des feinteiligen Stoffgemisches anhaftende nichtferromagnetische Teilchen gelöst werden und eine saubere Trennung in eine nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion und eine ferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion durchgeführt wird und je nach Größe der ferromagnetischen Teilchen und/oder der Wechselgeschwindigkeit des Magnetsystems die ferromagnetischen Teilchen entgegengesetzt zur oder in Bewegungsrichtung des Magnetsystems aus der Förderrichtung des Stoffgemisches ausgelenkt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Förderung des Stoffgemisches über die Förderfläche durch Einwirken von Schwerkraft und/oder Vibrationen, hervorgerufen durch Förderimpulse, bewirkt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein mehrpoliges Magnetsystem eingesetzt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Magnetsystem entgegengesetzt der Förderrichtung des Stoffgemisches bewegt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über den von dem Magnetsystem erzeugten magnetischen Feldern auf der Förderfläche quer zur Polanordnung wandert.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das feinteilige Stoffgemisch in eine ferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion und eine nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion mit einem Restanteil an ferromagnetischen Teilchen, der im günstigsten Fall 0,01 Gew.-% nicht übersteigt, getrennt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stoffgemisch über eine feststehende Förderfläche gefördert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stoffgemisch über eine unter einem Winkel α von 30 bis 80°, vorzugsweise 45 bis 75° geneigte Förderfläche unter Einwirkung von Schwerkraft fallend gefördert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

- dadurch gekennzeichnet, daß** das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über eine feststehende Förderfläche gefördert wird und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem auf der Unterseite der Förderfläche angeordneten in einer parallelen Ebene zur Förderfläche rotierenden Magnetsystem mit auf einem Kreisring angeordneten abwechselnden Polen (N, S) erzeugt werden und das Stoffgemisch in Förderrichtung über der von dem Magnetsystem in Gestalt eines Kreisringes gebildeten Arbeitsbahn auf der Förderfläche wandert, wobei die ferromagnetischen Teilchen bei Durchlaufen des magnetischen Feldes oberhalb des Kreisringes von dem magnetischen Feld auf die Förderfläche angezogen werden und je nach Größe der ferromagnetischen Teilchen und/oder der Rotationsgeschwindigkeit des Magnetsystems die ferromagnetischen Teilchen entgegengesetzt zur oder in Drehrichtung des Magnetsystems entlang der Kreisringbahn aus der Förderrichtung des Stoffgemisches ausgelenkt und ausgetragen werden.
- 5
- 10
- 15
- 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stoffgemisch über eine sich entgegengesetzt zur Bewegung des Magnetsystems bewegende Förderfläche bewegt wird.
- 25
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Stoffgemisch in einer Förderrichtung über eine langsam drehende Fördertrommel gefördert wird und magnetische Felder mit ständig wechselnder Feldrichtung von einem auf der Innenseite der Fördertrommel angeordneten sich entgegengesetzt zur Drehrichtung der Fördertrommel drehenden Magnetsystem mit abwechselnden Polen (N, S) erzeugt werden und das Stoffgemisch in Förderrichtung über den von dem Magnetsystem erzeugten magnetischen Feldern auf der Förderfläche wandert, wobei die ferromagnetischen Teilchen bei Durchlaufen des magnetischen Feldes oberhalb der Förderfläche von dem magnetischen Feld auf die Förderfläche angezogen werden und die ferromagnetischen Teilchen in Drehrichtung der Trommel aus dem Stoffgemisch ausgelenkt und ausgetragen werden.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Förderung des Stoffgemisches über die Fördertrommel durch Einwirken von Schwerkraft und/oder Vibrationen, hervorgerufen durch Förderimpulse, oder durch die Drehung der Fördertrommel selbst bewirkt wird.
- 55
13. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der eine feststehende Austragsplatte (5) aus einem nichtmagnetisierbaren Material als Förderfläche vorgesehen ist, die auf einer Seite, im Falle einer geneigten Förderfläche auf ihrer höherliegenden Seite, eine Eintrittsöffnung (10) für die Aufgabe des Stoffgemisches und auf der hierzu gegenüberliegenden Seite eine Ausgangsöffnung (11) für die von den ferromagnetischen Teilchen befreite nichtferromagnetische Teilchen enthaltende Fraktion aufweist und ein mit einem Antrieb (2) versehener drehbarer Drehteller (4) unterhalb der Austragsplatte (5) und parallel zu dieser sich erstreckend angeordnet ist und auf dem Drehteller (4) ein mehrpoliges Magnetsystem mit auf einem Kreisring beabstandet voneinander angeordneten Polen (3) (abwechselnd N, S) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Drehteller (4) aus einem weichmagnetischen Material die Rückschlußplatte des Magnetsystems bildet und in der Austragsplatte (5) oberhalb des Kreisringes der Pole, jedoch außerhalb des der Eingangsöffnung (10) und der Ausgangsöffnung (11) zugeordneten Bereiches mindestens eine Austragsöffnung (51, 52, 53) für die ferromagnetischen Teilchen des Stoffgemisches ausgebildet ist und auf der Unterseite der Austragsplatte (5) in dem Zwischenraum zum Drehteller (4) unterhalb der Austragsöffnungen (51, 52, 53) eine Ablaufrinne zum Auffangen und Wegbefördern der durch die Austragsöffnungen hindurchfallenden ferromagnetischen Teilchen vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens so viele Pole abwechselnd aufeinanderfolgend auf dem Kreisring angeordnet sind, daß mindestens zehn Feldwechsel bei einmaligem Umlauf des Drehtellers ermöglicht sind und der Drehteller mit dem darauf befestigten mehrpoligen Magnetsystem mit einer Drehzahl von 300 bis 1.000 Umdrehungen je Minute antreibbar ist.
15. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 10 bis 12, wobei eine Fördertrommel (500) aus einem nichtmagnetisierbaren Material als Förderfläche vorgesehen ist und innerhalb der Fördertrommel (500) ein auf einer drehbaren Welle (501) gelagerter Magnetträger (502), an dessen Umfang die Magnete mit wechselnden Polen (N, S) angebracht sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Magnetträger (502) unabhängig von der Fördertrommel (500) entgegengesetzt zur Drehrichtung der Fördertrommel (500) drehbar antreibbar ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein mit der Fördertrommel umlaufender flexibler Fördergurt für die Förderung des Stoffgemisches vorgesehen ist, der die Fördertrommel teilweise umschlingt, wobei die

nichtferromagnetischen Teilchen von dem Fördergurt bei Abwärtsbewegung nach unten abfallen und die ferromagnetischen Teilchen mit dem Fördergurt entlang der Außenseite der Fördertrommel unterseitig infolge des Einwirkens der magnetischen Felder mitwandern und erst nach Abheben des Fördergurtes von der Fördertrommel nach unten abfallen, so daß die nichtferromagnetischen Teilchen und die ferromagnetischen Teilchen in voneinander getrennten Bereichen anfallen.

Claims

1. Method for separation of a finely-divided material mixture of nonferromagnetic particles and ferromagnetic particles using a magnetic field, in which the material mixture is transported in a transport direction over a conveyor surface, and in which magnetic fields with continuously changing field direction are produced by a moving magnet system with alternating poles (N, S) being arranged on the underside of the conveyor surface and the material mixture migrates in a transport direction above the conveyor surface through the magnetic fields produced by the magnet system and whereby the ferromagnetic particles when passing through the magnetic field above the conveyor surface are attracted onto the conveyor surface by the magnetic field and are deflected from the transport direction of the material mixture and are removed, **characterized by** the fact that for the separation of particles with a maximum particle size up to 1 mm, 3000 to 50,000 alternations of the magnetic field per minute are produced by the magnet system, as a result of which the ferromagnetic particles perform a movement opposite to or in the direction of movement of the magnet system along the working path formed by the magnet system, and with the forced movement of the ferromagnetic particles produced by the alternations of the magnetic field, the nonferromagnetic particles of the finely divided material mixture adhering to the ferromagnetic particles being separated and a clean separation into a fraction containing nonferromagnetic particles and a fraction containing ferromagnetic particles is achieved, and depending on the size of the ferromagnetic particles and/or on the rate of alternation of the magnet system the ferromagnetic particles are deflected opposite to or in the direction of movement of the magnet system from the transport direction of the material mixture.
2. Method according to Claim 1, wherein the transportation of the material mixture over the conveyor surface is achieved by gravity and/or vibrations, produced by transport pulses.
3. Method according to Claim 1 or 2, wherein a multipole magnet system is used.
4. Method according to one of Claims 1 to 3, wherein the magnet system is moved opposite to the transport direction of the material mixture.
5. Method according to one of Claims 1 to 4, wherein the material mixture migrates in a transport direction above the magnetic fields produced by the magnet system on the conveyor surface transversely to the pole arrangement.
6. Method according to one of Claims 1 to 5, wherein the finely-divided material mixture is separated into a fraction containing ferromagnetic particles and into a fraction containing nonferromagnetic particles with a residual content of ferromagnetic particles not exceeding 0.01 weight % in the most favorable case.
7. Method according to one of Claims 1 to 6, wherein the material mixture is transported through a fixed conveyor surface.
8. Method according to one of Claims 1 to 7, wherein the material mixture is transported over a conveyor surface which is inclined at an angle α of 30 to 80°, preferably 45 to 75°, falling under the action of gravity.
9. Method according to one of Claims 1 to 7, wherein the material mixture is transported in a transport direction over a fixed conveyor surface and the magnetic fields with continuously alternating field direction are produced by a rotating magnet system arranged in a plane parallel to the conveyor surface on the underside of the conveyor surface and having alternating poles (N, S) arranged on an annular ring, and the material mixture migrates in the transport direction on the conveyor surface above the working path being formed by the magnet system in the form of an annular ring, whereby the ferromagnetic particles are attracted by the magnetic field to the conveyor surface when passing through the magnetic field above the annular ring and, depending on the size of the ferromagnetic particles and/or on the rate of rotation of the magnet system, the ferromagnetic particles are deflected from the transport direction either opposite to or in the direction of rotation of the magnet system along the annular path of the material mixture and are removed.
10. Method according to one of Claims 1 to 6, wherein the material mixture is moved over a conveyor surface, which moves in a direction opposite to the movement of the magnet system.

11. Method according to one of Claims 1 to 6 and Claim 10, wherein the material mixture is transported in a transport direction over a slowly rotating conveyor drum and the magnetic fields with continuously alternating field direction are produced by a magnet system which is arranged inside the conveyor drum and which has alternating poles (N, S), which rotates in a direction opposite to the direction of rotation of the conveyor drum and the material mixture migrates in the transport direction through the magnetic fields produced by the magnet system on the conveyor surface, while the ferromagnetic particles, when passing through the magnetic field above the conveyor surface, are attracted by the magnetic field onto the conveyor surface and the ferromagnetic particles are deflected in the direction of rotation of the conveyor drum from the material mixture and are removed.

12. Method according to Claim 11, wherein the transport of the material mixture above the conveyor drum is produced by the action of gravity and/or by vibrations produced by transport pulses or by the rotation of the conveyor drum itself.

13. Device for carrying out the process according to one of Claims 1 to 9, in which a fixed discharge plate (5) made of a nonmagnetizable material is provided as conveyor surface, which, on one side, in the case of an inclined conveyor surface on the higher-lining side, has an inlet opening (10) for the feeding of the material mixture and on the opposite side has a discharge opening (11) for the fraction containing the nonferromagnetic particles freed from the ferromagnetic particles, and has a rotatable rotating plate (4) provided with a drive (2) below the discharge plate (5) and arranged extending parallel to it and on the rotation plate (4) there is a multipole magnet system with poles (3) alternating (N, S) arranged at a distance from one another on an annular ring, **characterized by** the fact that the rotating plate (4) is made of a soft magnetic material and forms the back plate of the magnet system, and that in the discharge plate (5) above the annular ring of the poles, but outside the region assigned to the inlet opening (10) and the discharge opening (11), there is at least one discharge opening (51, 52, 53) for the ferromagnetic particles of the material mixture and that on the underside of the discharge plate (5), in the space towards the rotating plate (4), below the discharge openings (51, 52, 53), there is a discharge channel for catching and moving away the ferromagnetic particles that fall through the discharge openings.

14. Device according to Claim 13, wherein at least as many of the poles are arranged alternately in succession on the annular ring so that there are at least

ten alternations of the magnetic field achieved per revolution of the rotating plate and that the rotating plate with a multipole magnet system secured thereon can be driven at a rate of rotation of from 300 to 1000 revolutions per minute.

15. Device for carrying out the method according to one of Claims 1 to 6 and 10 to 12, in which a conveyor drum (500), made of a nonmagnetizable material, is provided as conveyor surface and that within the conveyor drum (500) there is a magnet carrier (502) mounted on a rotatable shaft (501), whereby on the periphery of the magnet carrier the magnets are arranged with alternating poles (N, S), **characterized by** the fact that the magnet carrier (502) can be driven rotatably independently of the conveyor drum (500) opposite to the direction of rotation of the conveyor drum (500).

16. Device according to Claim 15, wherein a flexible conveyor belt going around together with the conveyor drum is provided for the transport of the material mixture, which is partially surrounding the conveyor drum, so that the nonferromagnetic particles fall down from the conveyor belt during the downward movement and the ferromagnetic particles migrate with the conveyor belt along the outside of the conveyor drum, underneath, as a result of the action of the magnetic fields and fall down only after the conveyor belt separates from the conveyor drum, so that the nonferromagnetic particles and the ferromagnetic particles fall into separate regions.

35 Revendications

1. Procédé pour la séparation de mélanges de matières finement divisées, constituées de particules non ferromagnétiques et de particules ferromagnétiques, au moyen d'un champ magnétique, dans lequel le mélange de matières est transporté sur une surface de transport dans un dispositif de transport, des champs magnétiques dont la direction du champ s'alterne en permanence étant créés par un système magnétique mobile à pôles (N, S) alternés disposé sur le côté inférieur de la surface de transport, le mélange de matières se déplaçant dans une direction de transport sur la surface de transport à travers les champs magnétiques créés par le système magnétique, les particules ferromagnétiques étant attirées par le champ magnétique sur la surface de transport lorsqu'elles traversent le champ magnétique au-dessus de la surface de transport, étant déviées par rapport à la direction du transport du mélange de matières et extraites, **caractérisé en ce que** pour la séparation des particules d'une taille maximale de particules pouvant atteindre 1 mm, de 3 000 à 50 000 alternances de champ étant

- créées par minute par le système magnétique, suite à quoi les particules magnétiques exécutent un déplacement dans la direction opposée ou dans la direction du déplacement du système magnétique le long du parcours de travail formé par le système magnétique, et lors du déplacement forcé des particules magnétiques provoqué par les alternances du champ magnétique, les particules non ferromagnétiques qui y adhèrent dans le mélange de matières finement divisées sont libérées, et une séparation nette en une fraction contenant des particules non ferromagnétiques et une fraction contenant des particules ferromagnétiques est réalisée et, suivant la taille des particules ferromagnétiques et/ou la vitesse d'alternance du système magnétique, les particules ferromagnétiques sont déviées hors de la direction du transport du mélange des matières dans le sens opposé ou dans le sens du déplacement du système magnétique.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le transport du mélange de matières sur la surface de transport est réalisé par l'action de la gravité et/ou par des vibrations provoquées par des impulsions de transport.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on utilise un système magnétique multipolaire.
 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le système magnétique est déplacé dans le sens opposé à la direction du transport du mélange de matières.
 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le mélange de matières se déplace sur la surface de transport en traversant les champs magnétiques créés par le système magnétique, dans une direction de déplacement transversale par rapport à l'agencement des pôles.
 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le mélange de matières finement divisées est séparé en une fraction contenant des particules ferromagnétiques et une fraction contenant des particules non ferromagnétiques qui contient une teneur résiduelle en particules ferromagnétiques qui, dans le cas le plus favorable, ne dépasse pas 0,01 % en poids.
 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le mélange de matières est transporté sur une surface de transport fixe.
 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le mélange de matières est transporté en tombant sous l'action de la gravité, sur une surface de transport inclinée d'un angle α de 30 à 80°, de préférence de 45 à 75°.
 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le mélange de matières est transporté dans un dispositif de transport sur une surface de transport fixe, et **en ce que** des champs magnétiques dont la direction change en permanence sont créés par un système magnétique présentant des pôles (N, S) alternés disposés sur un anneau circulaire, qui tourne dans un plan parallèle à la surface de transport et disposé sur le côté inférieur de la surface de transport, et le mélange de matières se déplace dans la direction de transport sur la surface de transport, sur la piste de travail en forme d'anneau circulaire formée par le système magnétique, les particules ferromagnétiques étant attirées par le champ magnétique sur la surface de transport lors de la traversée du champ magnétique au-dessus de l'anneau circulaire, et suivant la taille des particules ferromagnétiques et/ou la vitesse de rotation du système magnétique, les particules ferromagnétiques sont déviées sur la piste en anneau circulaire hors de la direction du transport du mélange de matières, dans le sens opposé ou dans le sens de rotation du système magnétique, et sont extraites.
 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le mélange de matières est déplacé sur une surface de transport qui se déplace dans le sens opposé au déplacement du système magnétique.
 11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 et 10, **caractérisé en ce que** le mélange de matières est transporté dans une direction de transport sur un tambour de transport tournant lentement, des champs magnétiques dont la direction s'alterne en permanence étant créés par un système magnétique doté de pôles (N, S) alternés qui est disposé sur le côté intérieur du tambour de transport et qui tourne dans le sens opposé au sens de rotation du tambour du transport, le mélange de matières se déplaçant dans la direction de transport sur la surface de transport et traverse les champs magnétiques créés par le système magnétique, les particules ferromagnétiques étant attirées par le champ magnétique sur la surface de transport lorsqu'elles traversent le champ magnétique sur la surface de transport, et les particules ferromagnétiques sont déviées et extraites du mélange de matières dans le sens de rotation du tambour.
 12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le transport du mélange de matières par le tambour de transport est réalisé par la gravité et/ou des vibrations provoquées par des impulsions de

transport ou par la rotation du tambour de transport.

13. Dispositif en vue de la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel une plaque d'extraction fixe (5) en un matériau non magnétisable est prévue comme surface de transport qui présente sur un côté qui, dans le cas d'une surface de transport inclinée, est le côté supérieur, une ouverture d'entrée (10) pour l'apport du mélange de matières et sur le côté qui y est opposé une ouverture de sortie (11) pour la fraction contenant des particules non ferromagnétiques débarrassées des particules ferromagnétiques, et un plateau rotatif (4) doté d'un entraînement (2) est disposé en dessous de la plaque d'extraction (5) et s'étend parallèlement à cette dernière, et sur le plateau rotatif (4) est prévu un système magnétique multipolaire présentant des pôles (3) (alternativement N, S) disposés à distance l'un de l'autre sur un anneau circulaire, **caractérisé en ce que** le plateau rotatif (4) réalisé en un matériau à faible coercivité magnétique forme la plaque de fermeture du système magnétique et au moins une ouverture de sortie (51, 52, 53) pour les particules ferromagnétiques du mélange de matières est formée dans la plaque d'extraction (5) au-dessus de l'anneau circulaire des pôles mais à l'extérieur de la région associée à l'ouverture d'entrée (10) et à l'ouverture de sortie (11), une rigole d'évacuation pour la reprise et l'évacuation des particules ferromagnétiques qui tombent par les ouvertures d'extraction étant prévue sur le côté inférieur de la plaque d'extraction (5) dans l'espace intermédiaire entre le plateau rotatif (4), en dessous des ouvertures de sortie (51, 52, 53).
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** des pôles alternés successifs sont disposés sur l'anneau circulaire en un nombre suffisant pour mettre au moins dix alternances de champ par tour du plateau rotatif, le plateau rotatif avec le système magnétique multipolaire qui y est fixé pouvant être entraîné à une vitesse de rotation de 300 à 1 000 tours par minute.
15. Dispositif en vue de la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6 et 10 à 12, dans lequel un tambour de transport (500) en un matériau non magnétisable est prévu comme surface de transport et dans lequel un support magnétique (502) à la périphérie duquel sont installés les aimants à pôles (N, S) alternés est monté à l'intérieur du tambour de transport (500) sur un arbre rotatif (501), **caractérisé en ce que** le support magnétique (502) peut être entraîné en rotation indépendamment du tambour de transport (500), dans un sens opposé au sens de rotation du tambour de transport (500).

16. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'**une courroie de transport flexible entourant le tambour de transport est prévue pour le transport du mélange de matières et entoure partiellement le tambour de transport, les particules non ferromagnétiques présentes sur la courroie de transport tombant vers le bas lors d'un déplacement vers le bas, et les particules ferromagnétiques étant entraînées vers le bas avec la courroie de transport sur le côté extérieur du tambour de transport suite à l'action du champ magnétique et ne tombant vers le bas qu'après que la courroie de transport s'est éloignée du tambour de transport, de sorte que les particules non ferromagnétiques et les particules ferromagnétiques tombent dans des zones séparées l'une de l'autre.

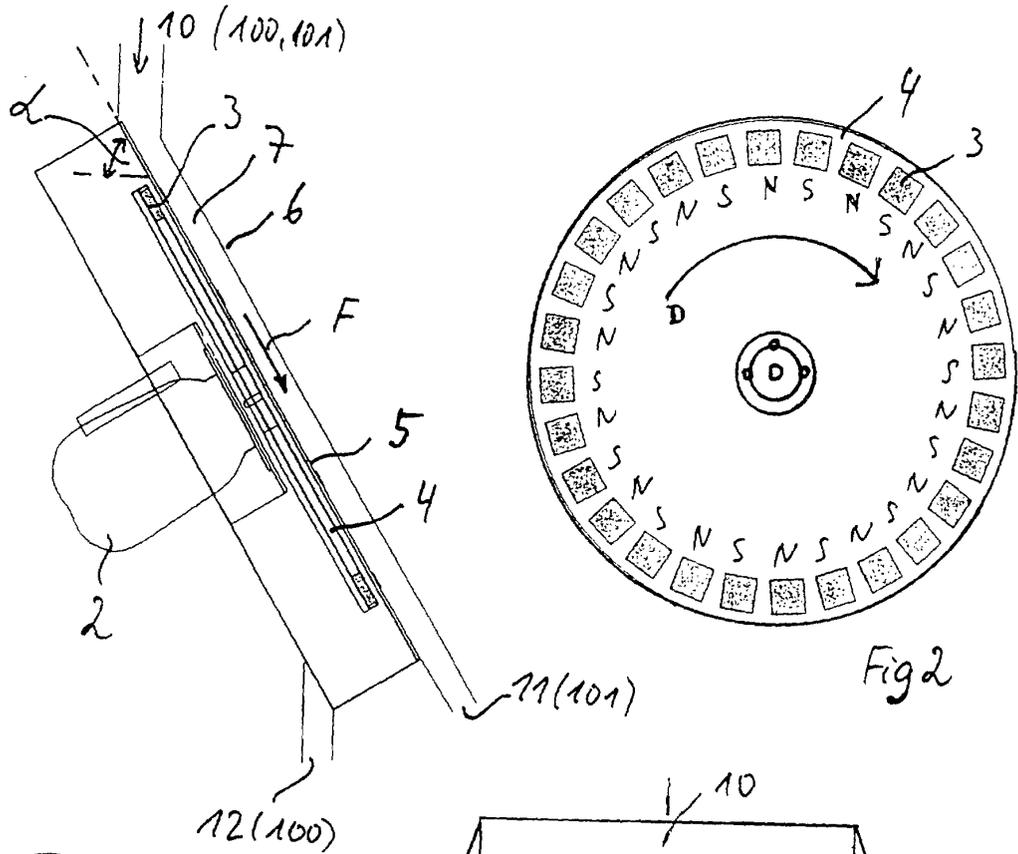


Fig 1

Fig 2

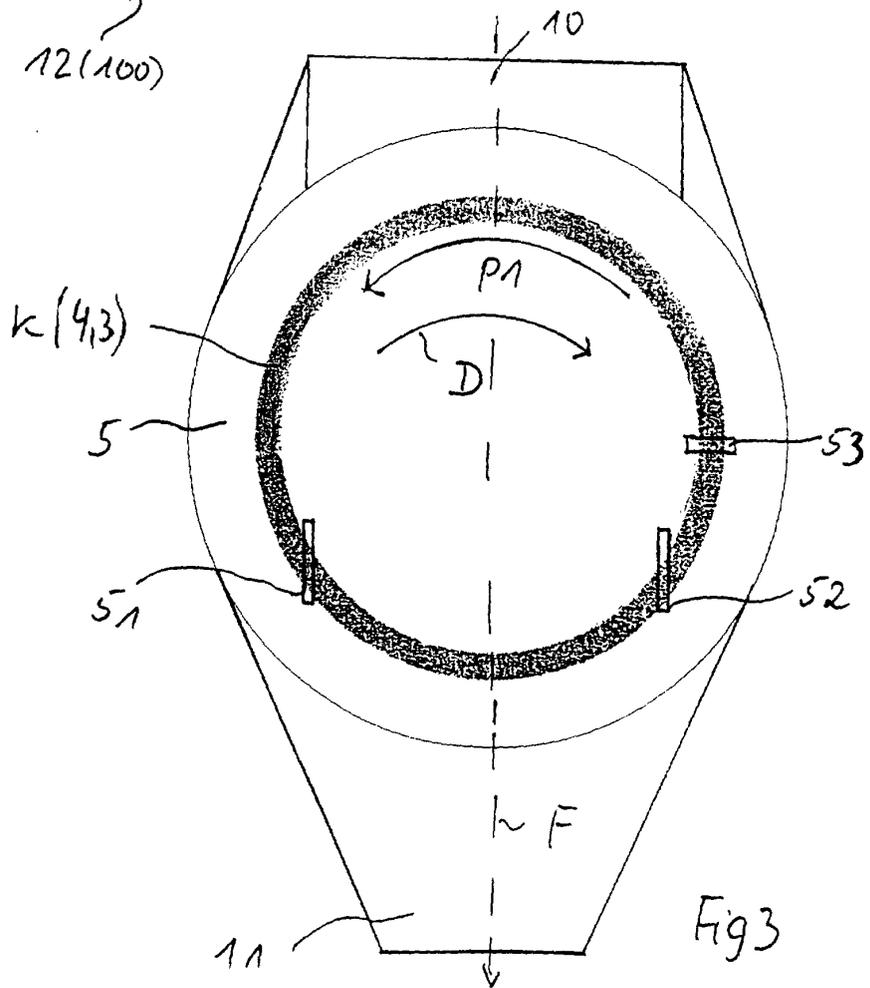


Fig 3

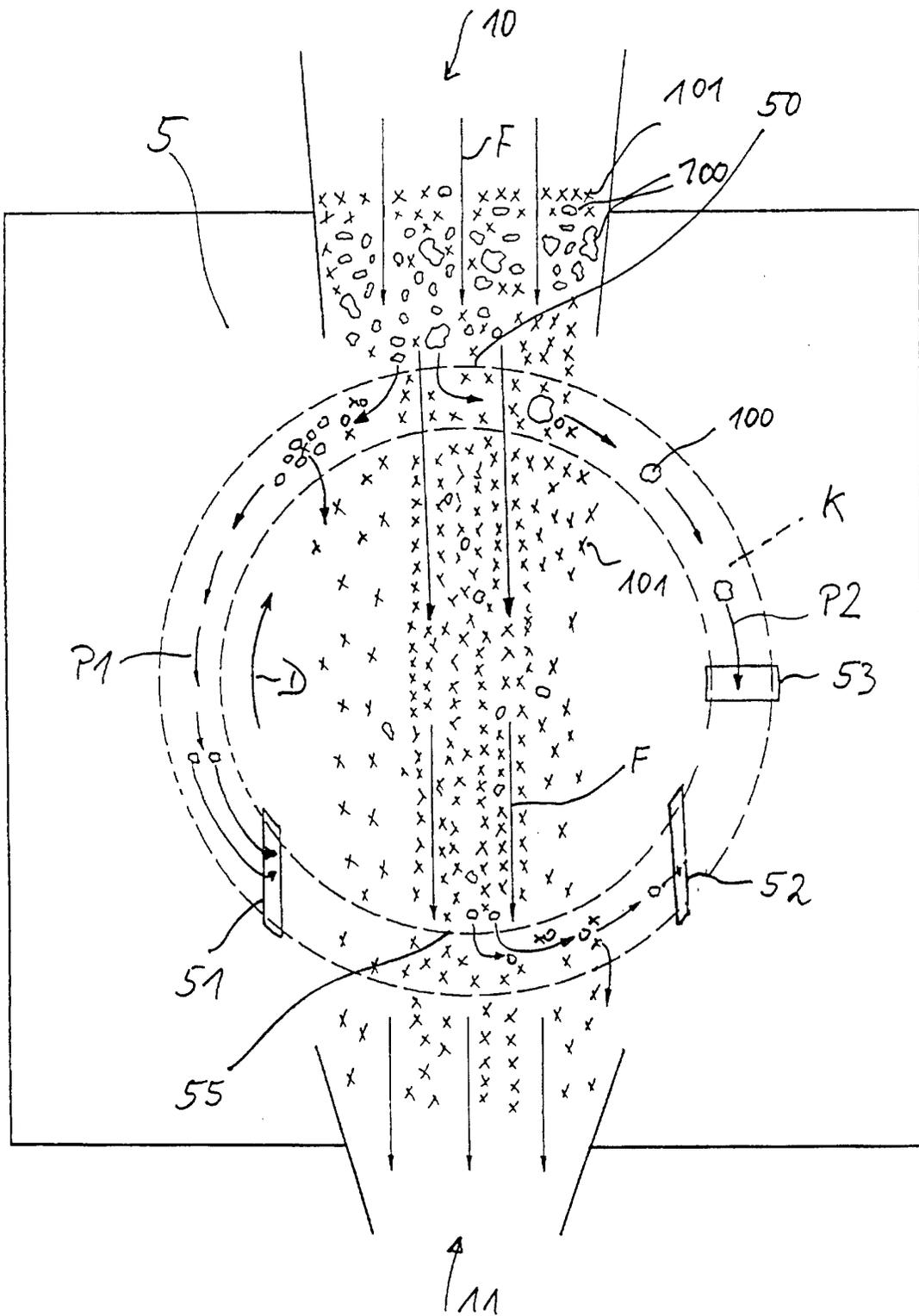


Fig 4

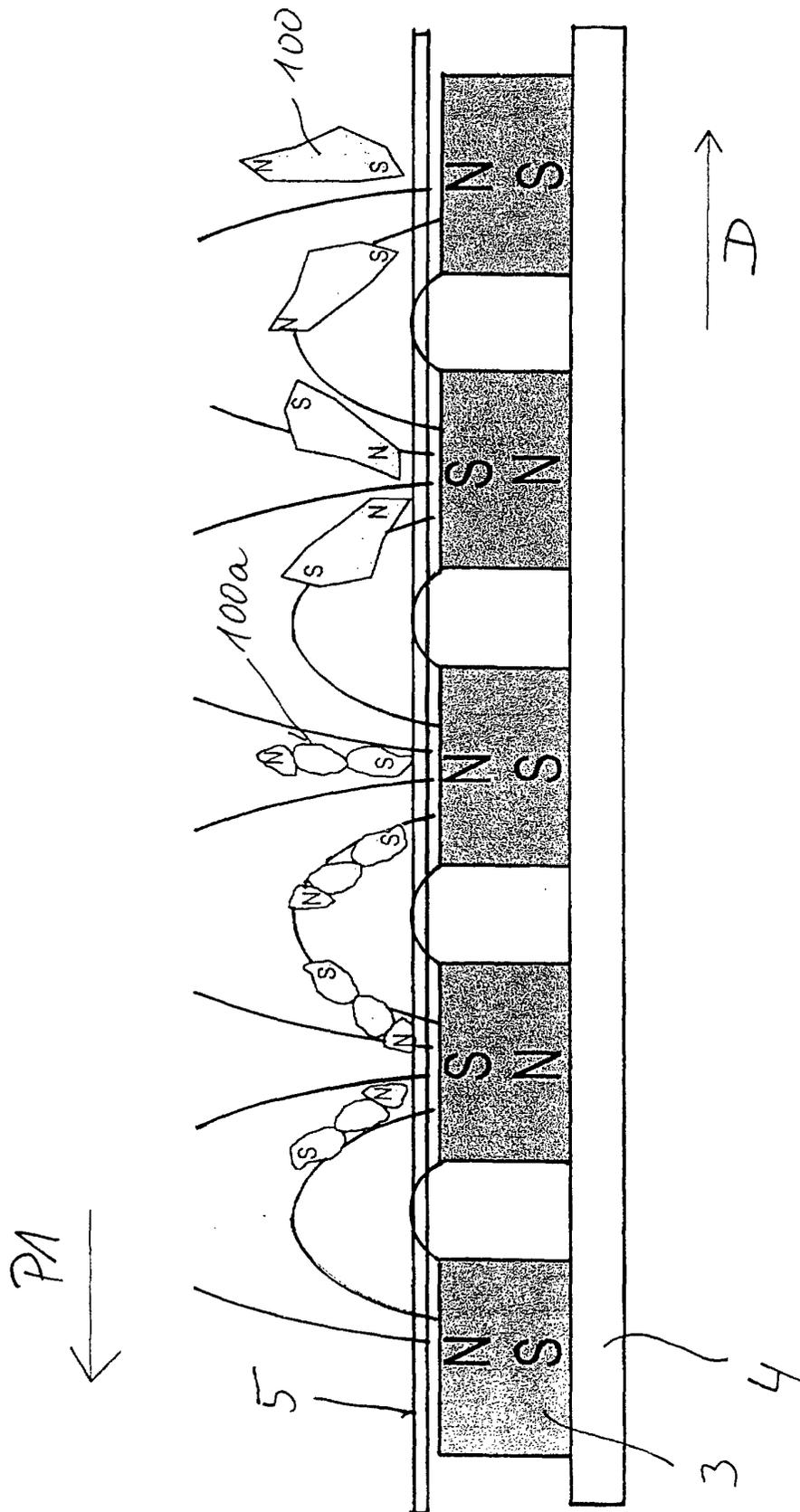


Fig 5

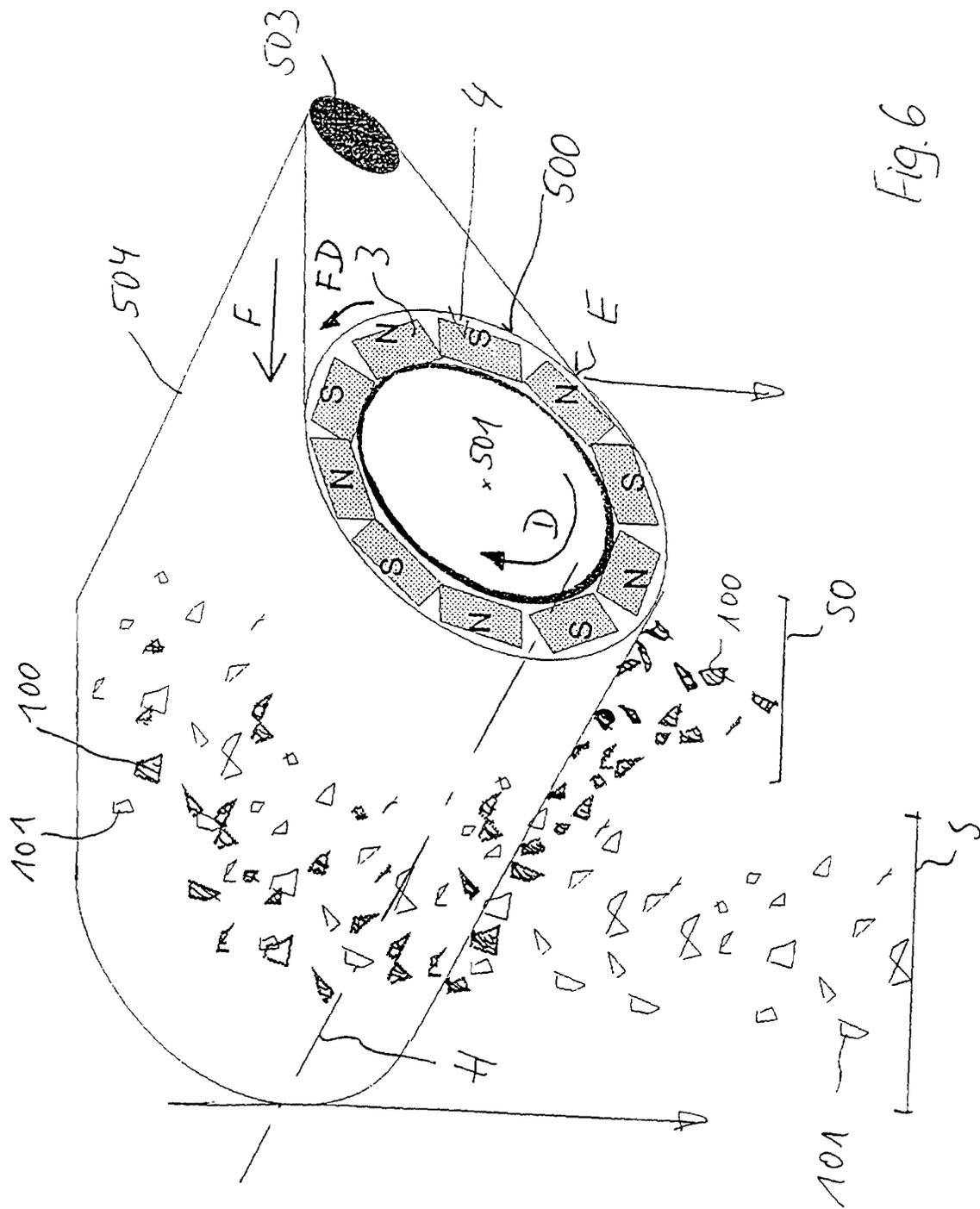


Fig.6

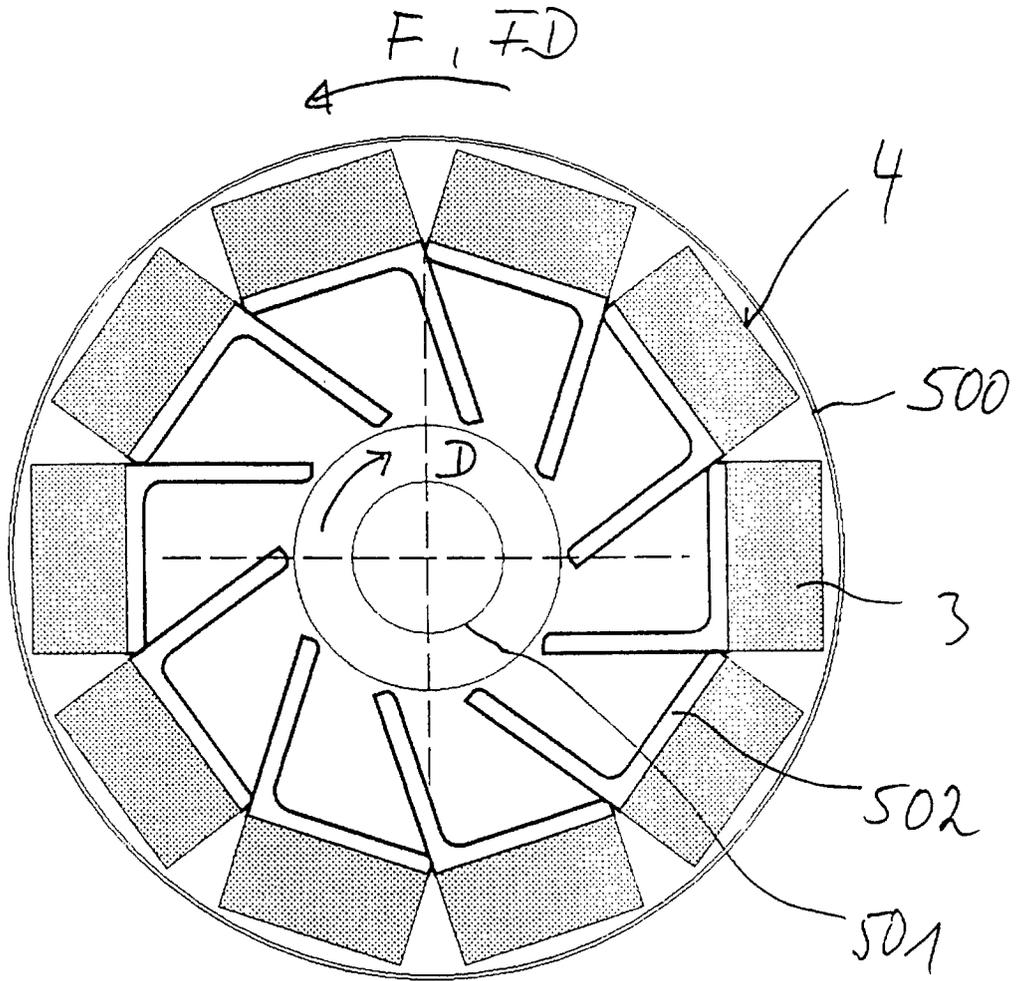


Fig 17

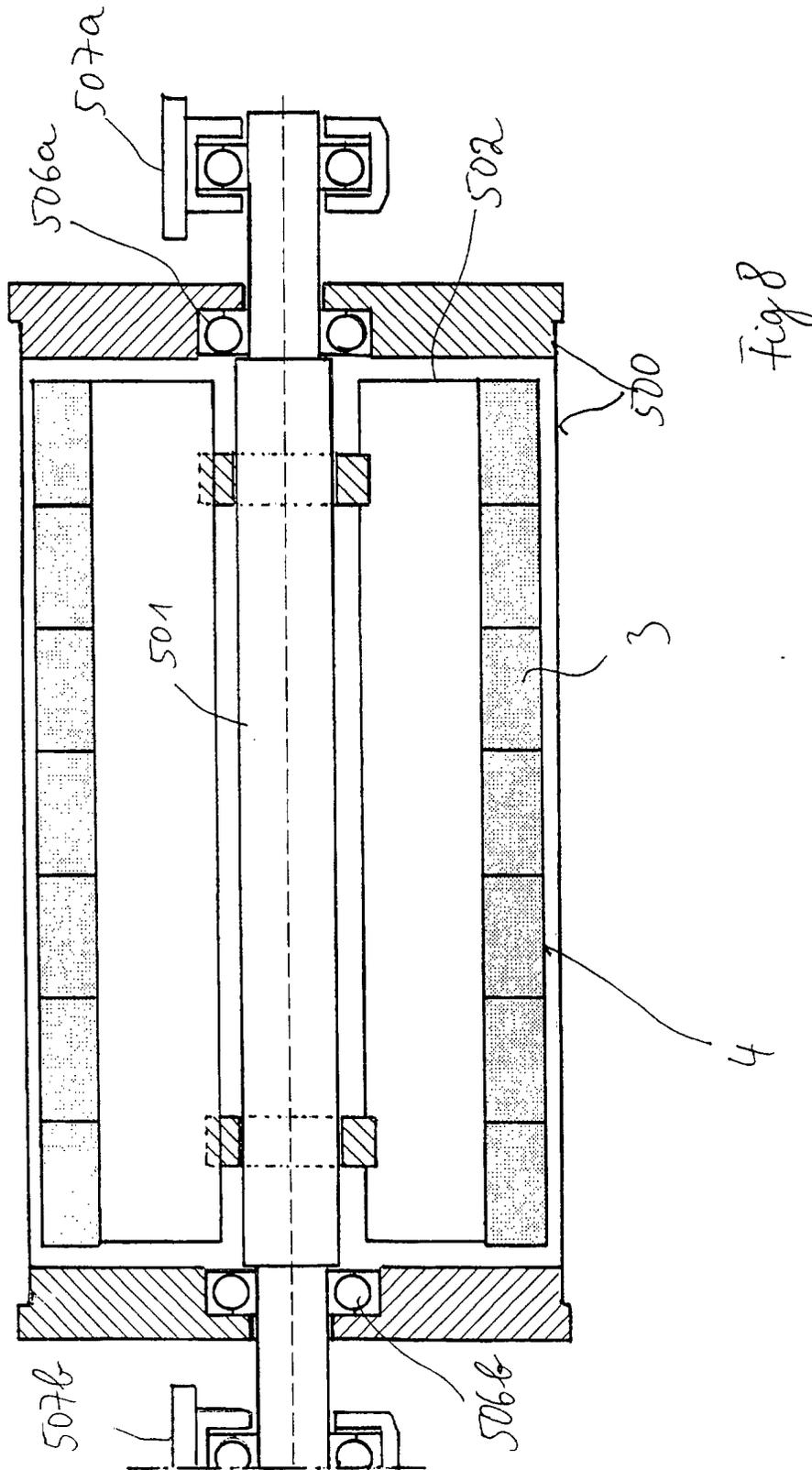


Fig 8