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

(11) **EP 2 125 237 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.04.2012 Patentblatt 2012/14

(21) Anmeldenummer: **08708702.9**

(22) Anmeldetag: **05.02.2008**

(51) Int Cl.:
B03C 1/22 *(2006.01)* ***B03C 1/033*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/051403

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/104445 (04.09.2008 Gazette 2008/36)

(54) VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR SEPARATION VON MAGNETISCHEN TEILCHEN AUS EINER SUBSTANZ

METHOD AND ARRANGEMENT FOR SEPARATING MAGNETIC PARTICLES FROM A SUBSTANCE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'EXTRACTION DE PARTICULES MAGNÉTIQUES D'UNE SUBSTANCE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **28.02.2007 DE 102007010130**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

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

(72) Erfinder: **RÜHRIG, Manfred**
90542 Eckental (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-01/43879
GB-A- 626 887
GB-A- 2 089 242
GB-A- 2 104 803
GB-A- 2 261 833
US-A- 4 059 510
US-A- 4 129 498
US-A- 4 214 986
US-A- 4 370 228

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 125 237 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur magnetischen Separation von magnetischen Teilchen aus einer Substanz, insbesondere zur Reinigung von Magnetteilchen enthaltenden Flüssigkeitsgemischen, wie Suspensionen, Schlämmen oder dgl..

[0002] Magnetische Separatoren werden benutzt, um in industriellen Prozessen magnetische Bestandteile von unmagnetischen zu trennen. Dabei kann es sich um unerwünschte Verunreinigungen, z. B. Eisen- in Aluminiumschrott beim Aluminium-Recycling, unerwünschte Eisenbestandteile in der Holzverarbeitung oder in der Altreifenverarbeitung, oder speziell um eine gezielte Verwertung bzw. Wiederverwertung von magnetischen Bestandteilen, z. B. Baustahl im Betonrecycling, handeln.

[0003] Typischerweise besteht ein derartiger Separator aus einer Einrichtung mit der starke Magnetfeldgradienten generiert werden. Dabei kommen sowohl Elektromagnete als auch Dauermagnete zum Einsatz. Letztere haben den Vorteil, keine eigene Energieversorgung zu benötigen. In einem Magnetfeldgradienten wird auf einen magnetischen Körper eine Kraft ausgeübt, die der Magnetisierung des Körpers und dem Gardienten des Magnetfelds proportional ist. Magnetisch können Körper entweder dadurch sein, dass sie ein eigenes magnetisches Moment tragen, oder durch ein externes Magnetfeld, z.B. das des Gradientenfeldes, magnetisiert werden.

[0004] Aus der US 4 370 228 A ist ein Bandfördergerät ("belt conveyor") bekannt, das aus einem Endlosförderband besteht, auf dem in periodischen Abständen Magnetisiereinrichtungen, insbesondere Permanentmagnete, angeordnet sind. Damit ergibt sich ein vergleichsweise aufwändiger Aufbau der vorbekannten Anordnung. Weitere Patentdokumente zeigen die Ausbildung von magnetischen Separatoren zum Trennen von magnetisierbaren Teilchen aus einer Substanz, wobei jeweils wieder der mechanische Aufbau beschrieben wird.

[0005] Ausgehend von obigem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine einfache Anordnung für ein Verfahren zur Separation von magnetischen bzw. magnetisierbaren Teilchen zu schaffen.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weiterbildungen der Anordnung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0007] Gegenstand der Erfindung ist eine Separieranordnung zur magnetischen Separation von magnetischen Teilchen aus einer Substanz, bei dem die Substanz in Kontakt mit festen Materialien, die bereichsweise magnetisch bzw. magnetisierbar oder nichtmagnetisch bzw. nichtmagnetisierbar sind, gebracht wird und in den Abschnitten des magnetisierbaren Materials aus der zu reinigenden Substanz kontinuierlich die magnetischen Bestandteile entnommen werden.

[0008] Vorzugsweise erfolgt mit der erfindungsgemäßen Anordnung eine Reinigung von Magnetteilchen enthaltenden Gemischen mit fluidischer Konsistenz, wie Suspensionen, Schlämmen oder dgl., wobei sich in diesem Fall die einzelnen Verfahrensschritte einfach ausführen lassen. Insbesondere bewegen sich dabei die magnetisierbaren Bereiche relativ zu der zu reinigenden Substanz in gegenläufige Richtung, d.h. es wird ein Gegenstrom-prinzip realisiert. Dabei wird vorteilhafterweise das magnetisierbare Material wechselweise in einem ersten Schritt durch eine erstes Feld aufmagnetisiert und in einem zweiten Schritt durch ein zweites Feld abmagnetisiert. Daneben können auch noch weiterreichende Gradientenfelder benutzt werden, um weitere Teilchen, die sich nicht in unmittelbarerer Nähe des magnetisierbaren Materials befinden, anzuziehen.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Anordnung wird vorgeschlagen, ein sich kontinuierlich bewegendes endloses Band aus zumindest teilweise in Abschnitten aus magnetisierbarem Material auszubilden, über welches Material die zu reinigenden bzw. zu trennenden Substanzen geführt werden, wobei jeweils kontinuierlich aus den Substanzen die magnetischen Bestandteile entnommen werden.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Anordnung sind insbesondere folgende vorteilhaften Eigenschaften realisiert:

- Beim Bandmaterial handelt es sich vorzugsweise um eine Eisen(Fe)-Basislegierung und zwar typischerweise eine Eisen/Chrom(FeCr)-Legierung mit weiteren Bestandteilen. Als Material kommt also Edelstahl in Betracht, der beispielsweise infolge einer mechanischen Bearbeitung, typischerweise einer Kaltverformung, z. B. Walzen, in einer Kristallstruktur vorliegt, die magnetisch ist. Bei Edelstahl ist dies in der Regel die martensitische Phase, die durch die Kaltverformung ausgebildet bzw. verstärkt wird (sog. Verfestigungsmartensit). Vorteilhafterweise wird dieses Edelstahlband lokal derart modifiziert, dass es seine Magnetisierbarkeit verliert, d.h. unmagnetisch bzw. paramagnetisch wird. Als erfindungsgemäße Modifizierung kommt eine lokale Erwärmung durch elektromagnetische Strahlung (Laser, Infrarotheizer), durch eine induktive Heizung oder durch direkten Kontakt mit einem Heizelement in Betracht. Bei geeigneter Prozessführung kann es dabei zu einer Umwandlung der martensitischen Phase in die austenitische Phase kommen, wobei sich die martensitische Phase insbesondere durch eine andere Kristallstruktur, nämlich eine kubische Struktur, auszeichnet. Im Zusammenhang mit der Erfindung ist wesentlich, dass die Umwandlungsphase unmagnetisch ist, d.h. nicht magnetisierbar ist.
- Weiter ist eine Magnetisierungseinrichtung vorgesehen, die dem Transportband eine remanente Magnetisierung einprägt, z. B. ein Elektromagnet oder ein Dauermagnet über den das Band geführt wird.
- Durch eine abschnittsweise Wärmebehandlung des Materials ergeben sich eine lokale Variation der Ma-

gnetisierung des Materials und damit ein Magnetisierungsgradient was wiederum in einen Feldgradienten in einem austretenden Streufeld verursacht.

- Bringt man das zu separierende Material - wie erwähnt in Form einer Suspension, eines dünnflüssigen Schlammes oder dgl. - auf das Band, so werden die magnetischen Bestandteile des Materials in diesen lokal vorhandene Feldgradienten angezogenen und zu einem gewissen Grad festgehalten. Sie bewegen sich also mit dem Streufeldgradienten des Bandes mit. Erfolgt das Aufbringen im Gegenstrom, reichern sich die Partikel mehr und mehr an, bis eine Art Sättigung erreicht wird.
- Wird das derart mit magnetischen Partikel beladene Band aus dem Bereich des Magnetisierungsfeldes herausgezogen, bleiben die magnetischen Bestandteile auf dem Band, haften, sofern die magnetischen Eigenschaften des Bandmaterials so gewählt wurden, dass eine remanente Magnetisierung auch im feldfreien Zustand erhalten bleibt (hohes Remanenz (B_r) / Sättigungs (B_s) -Verhältnis).
- Bei typischen, kaltgewalzten Edelstahlblechen wird letztere Eigenschaft bei Magnetisierung in Band/ Walzrichtung erzeugt
- Die derartig separierten Teilchen bleiben auch haften, nachdem das Bandmaterial die Flüssigkeit verlassen hat.
- Erst wenn in einem zweiten Magnetisierungsschritt durch Entmagnetisierung z. B. im Gegenfeld oder in einem abnehmenden Wechselfeld das magnetische Moment des Bandmaterials zum Verschwinden gebracht wird, verschwinden auch der Gradient und damit auch die auf die Partikel wirkenden Kräfte. In diesem Zustand ist es relativ leicht möglich, z. B. durch einen Luftstrom oder mechanisch durch Bürsten, die magnetischen Partikel vom Band zu entfernen.
- Nach diesem Schritt ist das Band wieder bereit erneut magnetisiert zu werden, und erneut Partikel aus der darüber hinweg strömenden Suspension aufzunehmen.

[0011] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit den Patentansprüchen. Es zeigen

Figur 1 eine schematische Darstellung eines verbesserten magnetischen Separators mit einem umlaufenden Gurtförderer,

Figur 2 die Draufsicht auf das für den Gurtförderer verwendetes Material,

Figur 3 eine Draufsicht auf lokal wärmebehandelte Bereiche des Materials gemäß Figur 2 und

Figur 4 einen Querschnitt des Material gemäß Figur 3 zur Erläuterung der erfindungsgemäßen Wirkungsweise mit zugehörigen Teilchen im Magnetfeld und einen zugehörigen Ausschnitt im Bereich des Magnetfeldgradienten.

[0012] Einrichtungen zur Trennung von magnetischen Bestanteilen aus einer Substanz, insbesondere Substanzen mit fluidischer Konsistenz, sind in vielen Technologiefeldern einsetzbar und werden als magnetische Separatoren bezeichnet. Technisch besonders interessant sind Separatoren, die kontinuierlich arbeiten, und wartungsarm sind.

[0013] Nachfolgend wird eine neuartiges Konzept beschrieben, mit dem sich eine Art Flachbett-Separator aus bandförmigen material realisieren lässt, der in der Lage ist, aus über das Flachbettmaterial geleiteten Suspensionen magnetische Partikel zu entnehmen und außerhalb abzulagern. Der Vorteil dieses Separators ist der geringe Energiebedarf, die kontinuierliche Prozessführung, ein geringer Wartungsaufwand und eine hohe Prozesssicherheit.

[0014] In Figur 1 ist zur Verwendung als magnetischer Separator eine beispielhaft ausgebildete Fördereinrichtung 1 dargestellt. Diese besteht in bekannter Weise aus einem über zwei Endrollen 2 bzw. 2' umlaufenden Endlosgurtband 3. Das Material des Bandes 3 ist magnetisierbar, worauf weiter unten noch eingegangen wird.

[0015] Innerhalb des Gurtbandes 3 sind ein Magnetisierer 4 und ein Entmagnetisierer 5 an geeigneter Stelle angebracht. Magnetisierer 4 und Entmagnetisierer 5 können in bekannter Weise ausgebildet sein, beispielsweise als Dauermagnet oder als Elektromagnet. Insbesondere der Magnetisierer 4 kann dabei auch so ausgeführt werden, dass er zusätzlich einen hohen Feldgradienten erzeugt, um damit auch Partikel, die sich außerhalb des relativ rasch abfallenden Gradientenfeldes der Fördereinrichtung befinden, in den Wirkbereich des Separators zu bewegen

[0016] Es ist weiterhin ein Trichter 6 zur Beschickung des Förderbandes mit einer Substanz 10, die magnetische und/oder magnetisierbare Verunreinigungen enthält, vorhanden. Die Verunreinigungen sind als kleine Kügelchen schematisch dargestellt und beispielhaft mit 11_i bezeichnet. Weiterhin ist eine Aufnahmeeinheit 7 für die von den Verunreinigungen befreite Substanz, die mit 10' bezeichnet ist, vorhanden.

[0017] Anhand Figur 2 wird verdeutlicht, dass als Ausgangsmaterial für den magnetischen Separator ein gewalztes Edelstahlblech verwendet werden kann. Beispielsweise ist ein FeCr-Stahl (DIN 4140) geeignet, der nach einer typischerweise vorgenommenen Kaltwalzung martensitisch ist und somit ferromagnetische Eigenschaften hat. Ein solches Band ist mit 21 bezeichnet.

[0018] In Figur 3 ist dargestellt, dass ein zur Verwendung beim Separator geeignetes Band 21 unbehandelte Bereiche 22 aufweist, die also entsprechend Figur 2 martensitisch und damit ferromagnetisch sind. Durch lokale Wärmebehandlung mit einer Einrichtung 25 werden in dem Band 21 lokal wärmebehandelte Bereiche erzeugt, die austenitisch und damit paramagnetisch bzw. unmagnetisch sind. Die Einrichtung 25 wird beispielsweise

durch einen Laser, durch eine induktive Heizvorrichtung, durch einen Heizdraht oder dergleichen strombetriebene Vorrichtungen gebildet.

[0019] Die Wirkung des so vorbehandelten Ausgangsmaterials ergibt sich aus Figur 4: Im Band 21 sind getrennte Bereiche 22 und 23 vorhanden, an dessen Grenzen sich Gradientenfelder bilden. Durch einen Magneten wird ein Magnetfeld in Bandrichtung entsprechend Pfeil 41 eingeprägt, wobei an den Grenzen der Bereiche 22 und 23 jeweils Gradientenfelder 42 ausgeprägt sind.

[0020] Anhand der Ausschnittdarstellung der Figur 4 wird verdeutlicht, dass sich die magnetischen bzw. magnetisierbaren Partikel jeweils in Nord-Süd- bzw. Süd-Nord-Richtung ausrichten und dass dabei eine resultierende Kraft entsteht, deren Größe proportional zum Feldgradienten ist. Durch die Einwirkung des Dauermagneten mit umgekehrter Polung Nord-Süd können somit die Teilchen separiert werden.

[0021] Neben der beschriebenen Anordnung, bei der die Teilchen aus einer Substanz auf ein Förderband gebracht werden, lässt sich auch ein umgekehrter Prozess darstellen, bei dem in eine Flüssigkeit mit magnetischen Verunreinigungen, die sich in einem Behälter befindet, eine Einrichtung gebracht wird, welche die oben beschriebenen magnetischen Phänomene aufzeigt. Damit können ebenfalls die magnetischen bzw. magnetisierbaren Teilchen aus der Substanz herausgelöst und separiert werden.

[0022] Bei dem vorstehend beschriebenen Verfahren ist besonders vorteilhaft, dass sich ein kontinuierlicher Prozess darstellen lässt, bei dem eine einfache Prozessführung vorliegt. Dafür gilt:

- die Magnetisierung und die Entmagnetisierung sind zwei räumlich und örtlich getrennte Prozesse, womit eine einfache Separation erfolgen kann;
- es ist nur ein geringer Energieaufwand notwendig, insbesondere wenn Dauermagnete eingesetzt werden;
- das Band aus Edelstahl ist gleichermaßen korrosions/temperaturbeständig und leitfähig, so dass keine statischen Aufladungen auftreten;
- das verendete Bandmaterial kann ein hohes magnetisches Moment besitzen, z. B. Fe-Legierungen mit 1,5 Tesla Sättigungsmagnetisierung; dadurch lassen sich auf engen Raum hohe Magnetfeldgradienten darstellen (z. B. > 100 T/m), sofern die Dicke der Suspensionsschichtströmung typischerweise wenige mm beträgt;
- die Oberfläche des Bandes ist glatt und eben; sie kann aber auch perforiert werden, um z. B. gezielt Turbulenzen für eine gute Durchmischung einzustellen.

Patentansprüche

1. Anordnung zur magnetischen Separation von magnetischen bzw. magnetisierbaren Teilchen aus einer Substanz, insbesondere zur Reinigung von Magnetteilchen enthaltenden Flüssigkeitsgemischen, wie Suspensionen, Schlämmen oder dgl., wobei

- die Substanz, insbesondere das Flüssigkeitsgemisch, in Kontakt gebracht wird mit festen Materialien, die bereichsweise magnetisch bzw. magnetisierbar oder nichtmagnetisch bzw. nichtmagnetisierbar sind und wobei
- im Abschnitt des magnetisierbaren Materials aus der zu reinigenden Substanz kontinuierlich die magnetischen Bestandteile entnommen werden,

dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den festen Materialien um Bereiche eines sich kontinuierlich bewegbaren Endlosförderbands (3) handelt, das abwechselnd einzelne Abschnitte (22, 23) aus magnetisierbarem Material und nicht magnetisierbares Material enthält, über das kontinuierlich die magnetischen Bestandteile (11_i) aus der zu reinigenden Substanz (10) entnommen werden, wozu jeweils zwei magnetisierbare Abschnitte (22) mit hoher remanenter Magnetisierung entlang einer ersten Richtung jeweils durch einen Abschnitt (23) getrennt sind, der eine deutlich geringere remanente Magnetisierung entlang der ersten Richtung aufweist, als die benachbarten Abschnitte (22).

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das sich endlos bewegende Band eine umlaufende Fördereinrichtung (3) bildet.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umlaufende Förderbandmaterial (3) in einem ersten Schritt zumindest abschnittsweise durch ein erstes äußeres Feld magnetisiert wird und die Magnetisierung auch nach Abschalten des ersten äußeren Feldes zumindest teilweise erhalten bleibt.

4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Magnetfeld ein Gradientenfeld ist, dass die zu reinigende Substanz zumindest teilweise durchdringt.

5. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umlaufende Förderbandandmaterial (3) in einem zweiten Schritt durch ein zweites äußeres Feld entmagnetisiert wird, sodass die Magnetisierung näherungsweise verschwindet.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein statisches Feld und ein Wechselfeld vorhanden sind.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (4, 5) vorhanden sind, um Magnetfelder zu erzeugen, die wechselweise auf ein umlaufendes Band (1 -3) einwirken

8. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die magnetisierbaren Abschnitte (22) des umlaufenden Förderbandbandmaterials (3) aus Edelstahl besterhehen der eine martensitische Kristallstruktur aufweist, die durch Kaltverformung ausgebildet und/oder verstärkt ist.

9. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschnitte (23) paramagnetisch sind

10. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschnitte (23) eine remanente Magnetisierung aufweisen, die in ein zweite Richtung gerichtet ist, die näherungsweise senkrecht zu ersten Richtung zeigt.

11. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Richtung in Längsachse des Bandes (21) zeigt

12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umlaufende Band (3) aus Edelstahl besteht, der in den Bereichen (23) eine vorwiegend austenitische Phase aufweist, die sich durch eine kubische Kristallstruktur auszeichnet.

13. Anordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die austenitische Phase durch lokale Wärmebehandlung (Glühung) erzeugt wird

14. Anordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Abschnitten (23) mit lokaler Wärmebehandlung ein magnetisches Gradientenfeld vorliegt.

15. Anordnung nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiezufuhr zur lokalen Wärmebehandlung elektrisch, durch direkten Wärmekontakt, durch Strahlung und/oder induktiv erfolgt.

Claims

1. Arrangement for magnetically separating magnetic or magnetisable particles from a substance, in particular for cleaning liquid mixtures containing magnetic particles, such as suspensions, sludges or the like, wherein

- the substance, in particular the liquid mixture, is brought into contact with solid materials, areas of which are magnetic or magnetisable or are non-magnetic or non-magnetisable and wherein
- in said areas of the magnetisable material the magnetic constituents are continuously removed from the substance that is to be cleaned.

characterised in that the solid materials in question are areas of a continuously movable continuous conveyor belt (3) which alternately contains individual areas (22, 23) made of magnetisable material and non-magnetisable material, by way of which the magnetic constituents (11_i) are continuously removed from the substance to be cleaned (10), to which end in each case two magnetisable areas (22) with high remanent magnetisation along a first direction are separated in each case by an area (23) which exhibits a considerably lower remanent magnetisation along the first direction than the adjacent areas (22).

2. Arrangement according to claim 1, **characterised in that** the continuously moving belt forms a revolving belt conveyor (3).

3. Arrangement according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the revolving conveyor belt material (3) is magnetised in a first step at least in some areas by means of a first external field and the magnetisation persists at least partly even after the first external field has been deactivated.

4. Arrangement according to claim 3, **characterised in that** the first magnetic field is a gradient field which at least partially penetrates the substance to be cleaned.

5. Arrangement according to claim 1 or claim 3, **characterised in that** the revolving conveyor belt material (3) is demagnetised in a second step by means of a second external field such that the magnetisation approximately disappears.

6. Arrangement according to one of claims 3 to 5, **characterised in that** a static field and an alternating field are present.

7. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterised in that** means (4, 5) are present for generating magnetic fields which act alternately on a revolving belt (1 - 3).

8. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterised in that** the magnetisable areas (22) of the revolving conveyor belt material (3) consist of stainless steel which exhibits a martensitic crystal structure which is formed and/or intensified

by cold forming.

9. Arrangement according to claim 1, **characterised in that** the areas (23) are paramagnetic.

10. Arrangement according to claim 1, **characterised in that** the areas (23) exhibit a remanent magnetisation which is aligned in a second direction that is approximately perpendicular to the first direction.

11. Arrangement according to claim 1 or claim 10, **characterised in that** the first direction points in the longitudinal axis of the belt (21).

12. Arrangement according to one of the preceding claims, **characterised in that** the revolving belt (3) consists of stainless steel which in the areas (23) has a predominantly austenitic phase which is **characterised by** a cubic crystal structure.

13. Arrangement according to claim 12, **characterised in that** the austenitic phase is created by local heat treatment (annealing) .

14. Arrangement according to claim 13, **characterised in that** a magnetic gradient field is present in the areas (23) with local heat treatment.

15. Arrangement according to claim 13 or claim 14, **characterised in that** the energy input for the local heat treatment is provided electrically, through direct heat contact, through radiation and/or inductively.

Revendications

1. Dispositif pour la séparation magnétique de particules magnétiques resp. magnétisables d'une substance, notamment pour le nettoyage de mélanges de liquides, tels des suspensions, des boues ou similaires, contenant des particules magnétiques,

- la substance, notamment le mélange de liquides, étant mise en contact avec des matières solides qui sont par endroits magnétiques resp. magnétisables ou non magnétiques resp. non magnétisables et
- les constituants magnétiques étant extraits en continu de la substance à nettoyer dans le segment correspondant à la matière magnétisable,

caractérisé en ce que les matières solides sont des zones d'une bande de transport sans fin (3) pouvant effectuer un mouvement continu qui comprend des segments individuels (22, 23) formés, en alternance, d'une matière magnétisable et d'une matière non magnétisable sur laquelle les constituants magnétiques (11_i) sont extraits en continu de la substance à nettoyer (10), ce qui est obtenu en séparant à chaque fois deux segments magnétisables (22) à aimantation rémanente élevée le long d'une première direction par un segment (23) présentant une aimantation rémanente nettement inférieure, le long de la première direction, à celle des segments contigus (22).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bande effectuant un mouvement continu forme un dispositif de transport rotatif (3).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** la matière de la bande de transport rotative (3) est aimantée, au moins par endroits, par un premier champ extérieur dans une première étape et l'aimantation subsiste, au moins en partie, même après la coupure du premier champ extérieur.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le premier champ magnétique est un champ à gradients qui traverse, au moins partiellement, la substance à nettoyer.

5. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 3, **caractérisé en ce que** la matière de la bande de transport rotative (3) est désaimantée par un second champ extérieur dans une seconde étape, de manière à ce que l'aimantation disparaisse à peu près.

6. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé par** la présence d'un champ statique et d'un champ alternatif.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** la présence de moyens (4, 5) pour générer des champs magnétiques qui agissent en alternance sur une bande en rotation (1 - 3).

8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les segments magnétisables (22) de la matière de la bande de transport rotative (3) sont formés d'un acier spécial qui possède une structure cristalline martensitique qui est formée et/ou renforcée par déformation à froid.

9. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les segments (23) sont paramagnétiques.

10. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les segments (23) présentant une aimantation rémanente orientée dans une seconde direction qui est pratiquement perpendiculaire à la première direction.

11. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 10, **caractérisé en ce que** la première direction est

dans le sens de l'axe longitudinal de la bande (21).

12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bande en rotation (3) est formée d'un acier spécial présentant, dans les zones (23), une phase principalement austénitique qui se **caractérise par** une structure cristalline cubique.

13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la phase austénitique est produite par un traitement thermique local (recuit).

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**un champ à gradients magnétiques est présent dans les segments (23) ayant subi un traitement thermique local.

15. Dispositif selon la revendication 13 ou la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'apport d'énergie nécessaire au traitement thermique local se fait par voie électrique, par contact thermique direct, par irradiation et/ou par induction.

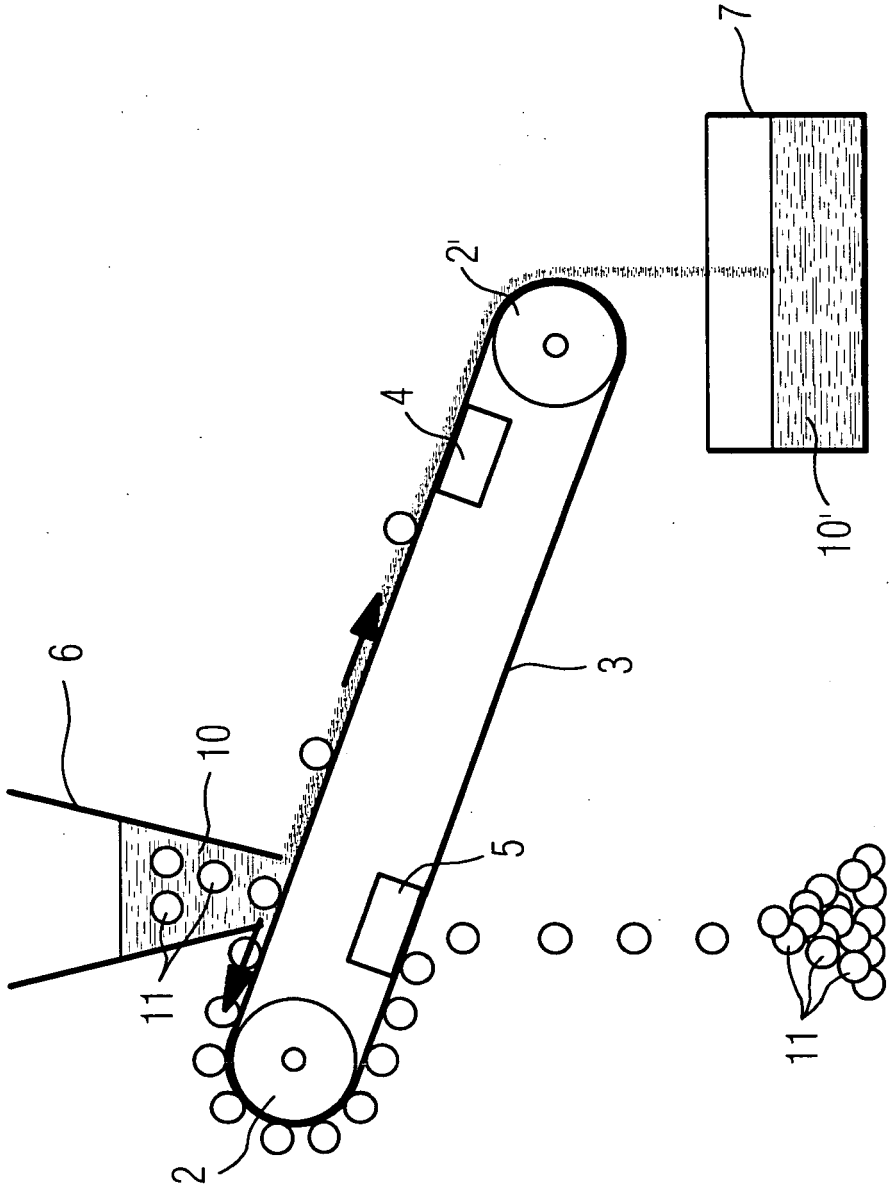


FIG 1

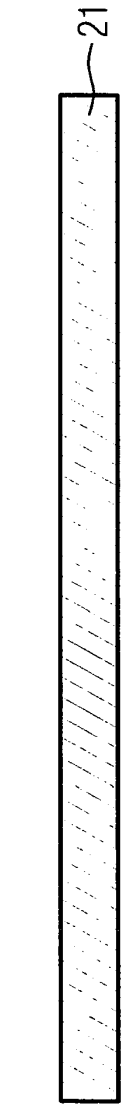


FIG 2

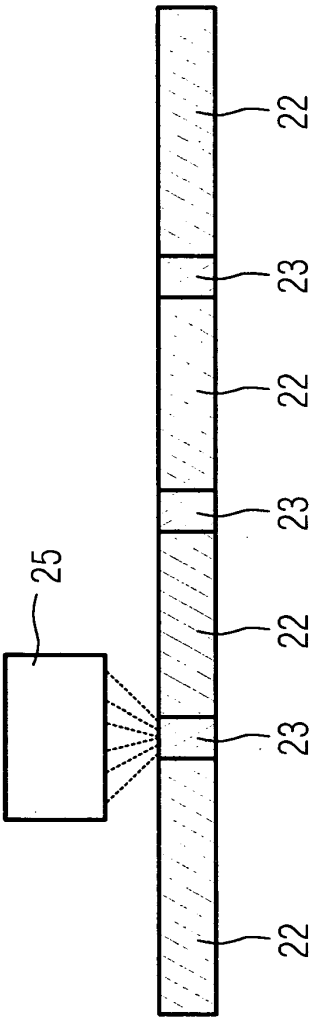


FIG 3

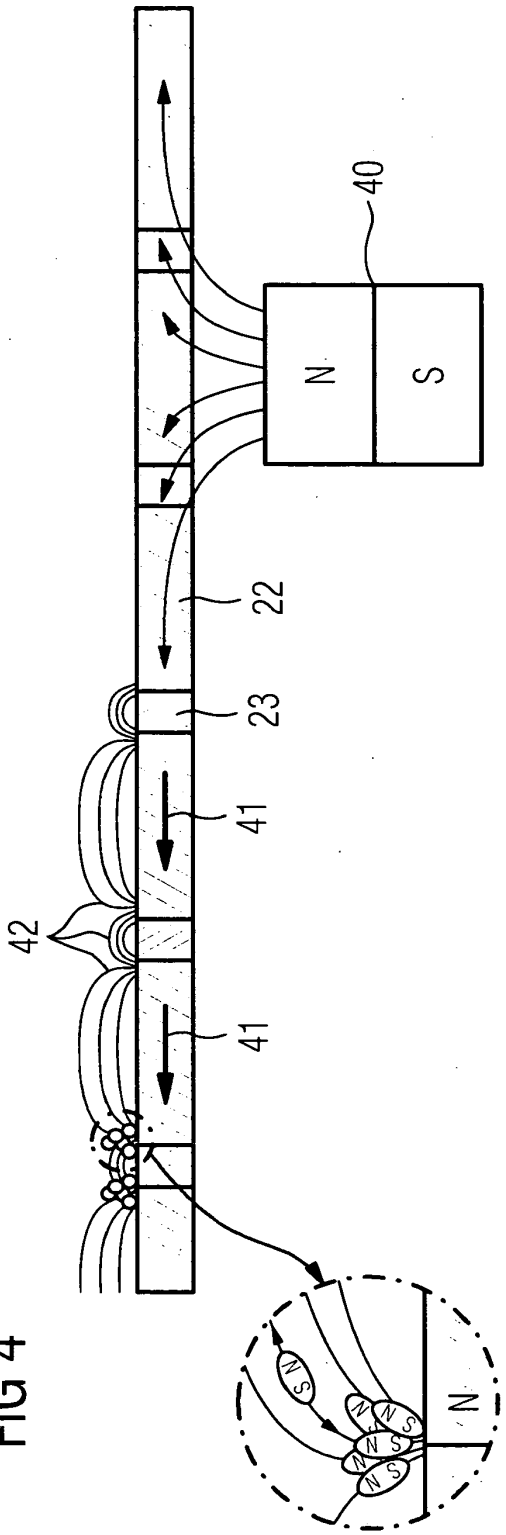


FIG 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4370228 A **[0004]**