



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.11.2013 Patentblatt 2013/45

(51) Int Cl.:
B03C 1/033 ^(2006.01) **B03C 1/12** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13401047.9**

(22) Anmeldetag: **03.05.2013**

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

(71) Anmelder: **IMRO Maschinenbau GmbH**
97215 Uffenheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Die Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet.**

(30) Priorität: **03.05.2012 DE 202012101642 U**

(74) Vertreter: **Mielke, Klaus**
Patentanwalt
Lohmühlenweg 24
91413 Neustadt a.d. Aisch (DE)

(54) **Separationstrommel mit Polstäben, die zur Einstellung der magnetischen Anziehungskraft radial zu einer Antriebswelle ein- und ausfahrbar sind, und Abscheider für eisenhaltige Teile mit Separationstrommel**

(57) Die Erfindung betrifft eine Separationstrommel (T) zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen (M1, M2, M3) aus einem Materialgutstrom (M). Diese enthält eine rotierende Einheit mit einer Antriebswelle (T2) und einem darauf über Seitenscheiben (T3, T4; T7, T8) verdrehsicher gehaltenen Trommelmantel (T1) mit einer innenliegenden, mitlaufenden Permanentmagnetanordnung (P; Q) zur Führung des Materialgutstromes. Die Permanentmagnetanordnung weist eine ganzzahlige Anzahl von axial zur Antriebswelle verlaufenden Polstäben (P1-P4; Q1-Q4) auf. Deren radial nach außen gerichtete Magnetflächen (P19, P29, P39, P49) sind in Umfangsrichtung des Trommelmantels abwechselnd magnetisiert. Die Polstäbe sind radialsymmetrisch auf der Antriebswelle an-

geordnet und deren Magnetflächen so auf die Innenseite (TI) des Trommelmantels gerichtet, dass sich auf der Außenseite (TA) ein magnetischer Anhaftbereich (G2) für eisenhaltige Teile im Materialgutstrom ergibt. Die Polstäbe sind radialsymmetrisch zur Antriebswelle in Richtung auf die Innenseite des Trommelmantels aus- bzw. von der Innenseite weg in Richtung auf die Antriebswelle einfahrbar. Die Erfindung bietet den besonderen Vorteil, dass die von der Separationstrommel ausgehende magnetische Anziehungskraft auf einfache Weise auf die aktuelle Zusammensetzung eines Materialgutstromes und auf geänderte Anforderungen an die jeweils anwendungsabhängig gewünschten Abscheidungsergebnisse angepasst werden kann.

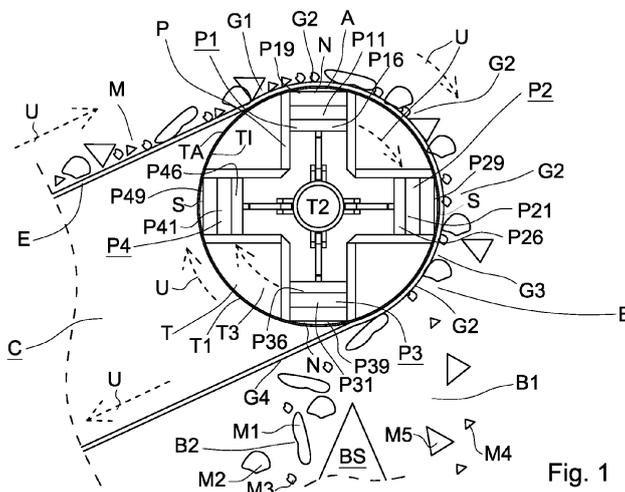


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Separationstrommel zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen aus einem Materialgutstrom. Diese enthält eine rotierende Einheit mit einer Antriebswelle und einem darauf über Seitenscheiben verdrehsicher gehaltenen Trommelmantel mit einer innenliegenden, mitlaufenden Permanentmagnetanordnung zur Führung des Materialgutstromes. Die Permanentmagnetanordnung weist eine ganzzahlige Anzahl von axial zur Antriebswelle verlaufenden Polstäben auf, vorzugsweise vier. Deren radial nach außen gerichtete Magnetflächen sind in Umfangsrichtung des Trommelmantes abwechselnd magnetisiert. Weiterhin sind die Polstäbe radialsymmetrisch auf der Antriebswelle angeordnet und deren Magnetflächen so auf die Innenseite des Trommelmantels gerichtet, dass sich auf der Außenseite ein magnetischer Anhaftbereich für eisenhaltige Teile im Materialgutstrom ergibt.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen aus einem Materialgutstrom.

[0003] Beim Recycling von Abfallstoffen, die einen merklichen metallischen Anteil aufweisen, z.B. Hausgerätemüll, elektrische Anlagen, Schrott, Elektromotoren usw., treten eisenhaltige Teile unterschiedlicher Größe, Form und Dichte auf sowie nichtmetallische Reste. So sind in einem Materialgutstrom, der durch eine grobe mechanische Vorzerkleinerung der zu verwertenden Abfallstoffe entsteht, sowohl Festkörper mit einem hohen Eisenanteil als auch Festkörper mit einem nur geringen bzw. ohne einen Eisenanteil enthalten, z.B. Isolatoren wie Glas, Silikat, Ton, Porzellan, Kunststoff, Zellstoff und organisches Restmaterial. Die eisenhaltigen Festkörper wiederum können großflächig sein, z.B. Bleche usw., ein kompakte Form aufweisen, z.B. Eisenkerne von Elektromotoren, Trägerstücke usw., bzw. kompakt sein, z.B. Schrauben, Bolzen usw..

[0004] Zur Abscheidung derartiger eisenhaltiger Teile auf mechanische Weise aus einem Materialgutstrom, der auch Isolatoren und Partikel aus Buntmetallen enthält, z.B. Aluminium und Kupfer, wird dieser einem so genannten FE-Abscheider zugeführt. Dieser weist eine Separationstrommel mit einer Anordnung aus Permanentmagneten im Inneren und einem rotierenden Trommelmantel auf. Durch die Permanentmagnete wird auf einem Teil des Trommelmantels ein Anhaftbereich für eisenhaltige Teile erzeugt. Wird dem Trommelmantel ein Materialgutstrom zugeführt, so werden die eisenhaltigen Teile auf dem Anhaftbereich gehalten. Dies hat zur Folge, dass diese weiter um den Trommelmantel herumgeführt werden als Isolatoren oder nichteisenhaltige Partikel, und somit auf Grund des Nachlassens der magnetischen Anzugskräfte der Permanentmagnetanordnung und der Einwirkung der Gravitation in anderen Winkelsegmenten vom Trommelmantel herabfallen. Es entstehen räumlich getrennte Abwurfströme für die zuerst vom Trommelmantel abrutschenden Isolatoren und die eisenhaltigen Teile. Diese werden auf dem Trommelmantel weiter mitgenommen, bis sie den Einflussbereich der Permanentmagneten, d.h. den Anhaftbereich, verlassen haben.

[0005] Eine Anordnung dieser Art ist z.B. in der US 5,394,991 beschrieben.

[0006] Bei der Permanentmagnetanordnung einer Separationstrommel der oben angegebenen Art werden die Anzahl und Stärke der verwendeten Permanentmagnete und die Polanzahl in der Regel so ausgelegt, dass eisenhaltige Teile in möglichst allen Größen, Formen und Dichten vom Anhaftbereich erfasst und auf dem Trommelmantel bis zum Erreichen der zum Abwurf von FE-Teilen vorgesehenen Zone mitgenommen werden. Es sollen somit auch sehr kompakte eisenhaltige Bestandteile in einem Materialgutstrom trotz eines hohen Eigengewichts im Verhältnis zu einer nur geringen Oberfläche gut angezogen werden. Diese sollen auf dem Mantel der Trommel gut ankleben und ausreichend weit um die Trommel herumgezogen werden können. Sie sollen somit auf Grund Ihres Eigengewichts und der Abnahme der Magnetfeldwirkung z.B. auf der Unterseite eines um die Separationstrommel herumgeführten Fördergurt es erst verzögert, d.h. auf der zum Sammeln von eisenhaltigen Bestandteilen vorgesehen Seite eines Trennscheitels sicher abfallen.

[0007] Weist dagegen ein Schüttgutstrom z.B. überwiegend kompakte metallische Bestandteile auf und ist die darauf von der Magnetanordnung in der Separationstrommel ausgeübte Anziehungskraft zu groß, dann tritt das Problem auf, dass zwischen diesen Teilen, z.B. Blechstücken, und dem Trommelmantel bzw. einem darauf geführten Fördergurt Fremdstoffe, z.B. Stücke aus Kunststoffen, eingeklemmt und mitgenommen, d.h. verschleppt, werden. Diese fallen erst gemeinsam mit den eisenhaltigen Bestandteilen in der entsprechenden Abwurfzone ab und verunreinigen die aussortierte FE-Fraktion.

[0008] Um dieses Problem zu vermeiden, kann die von der Permanentmagnetanordnung ausgeübte magnetische Anziehungskraft abgeschwächt werden. Dies ist zwar durch Auswahl und Einbau einer entsprechend ausgelegten Separationstrommel möglich, bei der die Permanentmagnetanordnung weniger starke bzw. eine geringere Anzahl an Permanentmagneten und/oder eine geringe Anzahl an Polen aufweist. Da hierzu in der Praxis jedoch erhebliche Zeit und Kosten verursachende Umbaumaßnahmen erforderlich wären, wird eine solche Umrüstung bei Recyclinganlagen in der Regel nicht durchgeführt.

[0009] Das Problem kann zwar auch durch den Einsatz von Elektromagneten im Inneren der Separationstrommel vermieden werden. Eine Anordnung mit Elektromagneten ist aber konstruktiv aufwändig, da die Elektromagneten von außen z.B. über Schleifkontakte von einer separaten Stromversorgung gespeist werden müssen. Zudem treten hohe laufende Kosten durch den ständigen Stromverbrauch und erhöhte Instandhaltungsmaßnahmen auf.

[0010] Aus der DE 268 371 A ist ein "Magnetscheider mit Gutsführung durch den Feldspalt und einer den Gegenpol

auf der Austragsseite in Richtung der Gutszuführung überragenden Verlängerung des anziehenden Poles" bekannt. Dabei ist im Inneren einer rotierenden Austragstrommel ein feststehender, anziehender Pol mit aufgesetzten, einstellbaren Lamellen und unterhalb der Materialzuführung außerhalb der Austragstrommel ein Gegenpol angeordnet. Auf diese Weise werden im Feldspalt Zonen mit in der Richtung der Austragung abnehmender Feldstärke gebildet. Die Feldstärke kann durch unabhängig voneinander einstellbare Lamellen entsprechend abgestuft werden. Diese Anordnung ist aufwendig, da das feststehende Polsystem einen außerhalb der Austragstrommel befindlichen zweiten Teil in Form eines Gegenpols aufweist. Zudem ist eine Justierung der Lamellen nur einer Stillsetzung der Anlage und einem Ausbau des anziehenden Pols im Inneren möglich.

[0011] Aus der DE 963 322 B ist ein "Trommelmagnetscheider" bekannt. Dabei ist innerhalb einer umlaufenden Trommel ein feststehendes Dauermagnetsystem auf bogenförmigen Tragleisten angeordnet, welches sich über einen Teil des Trommelumfangs erstreckt. Eine Änderung der Feldstärke der Magnete auch während des Betriebes ist dadurch möglich, dass ein die Magnetstücke tragendes Gestell an einem zur Drehachse der Trommel exzentrisch liegenden Punkt schwenkbar aufgehängt und durch ein Getriebe verstellbar ist, das durch die hohle Drehachse des Scheiders hindurch bedienbar ist. Auch hierbei ist die Permanentmagnetanordnung im Inneren der Trommel feststehend angeordnet. Zudem kann durch die Schwenkung des Gestells mit den Magnetstücken die Stärke des Magnetfeldes über einen Bereich des Trommelmantels nicht gleichmäßig verändert werden.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine rotierende Separationstrommel mit einer mitlaufenden Permanentmagnetanordnung im Inneren und eine mit einer solchen Separationstrommel ausgerüstete Abscheidungs- vorrichtung so weiterzubilden, dass eine Einstellung der auf eisenhaltige Teile in einem Materialgutstrom ausgeübte magnetische Anziehungskraft auf einfache und über Trommelmantel gleichmäßige Weise möglich ist.

[0013] Die Aufgabe wird gelöst mit der in Anspruch 1 angegebenen Separationstrommel, und mit der in Anspruch 13 angegebenen Vorrichtung zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen. Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

[0014] Gemäß der Erfindung sind die Polstäbe im Trommelmantel der Separationstrommel radialsymmetrisch zur Antriebswelle in Richtung auf die Innenseite des Trommelmantels aus- bzw. von der Innenseite weg in Richtung auf die Antriebswelle einfahrbar.

[0015] Die erfindungsgemäße Ausführung der Separationstrommel macht es möglich, dass der Abstand der in radialer Richtung oben liegenden Magnetflächen der Polstäbe zur Innenseite des Trommelmantels und damit die Dichte der nach außen tretenden magnetischen Feldlinien im Anhaftbereich für eisenhaltige Teile auf der Außenseite des Trommelmantels insbesondere kontinuierlich einstellbar ist.

[0016] Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung weist Verstellmittel zum Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe auf, die von außerhalb der Seitenscheiben bedienbar sind. Hiermit kann die Anhaftwirkung auf unterschiedliche große eisenhaltige Teile z.B. bei einem kurzen Stillstand justiert werden, ohne dass Umbaumaßnahmen oder substantielle Eingriffe erforderlich wären. Für den Betreiber einer solchen Abscheidevorrichtung bietet dies den Vorteil, dass die Separationstrommel schnell auf veränderte Zusammensetzungen eines zugeführten Materialgutstromes umgestellt werden kann, und im laufenden Betrieb Optimierungen der Anlage ohne merkliche Stillstandszeiten vorgenommen werden können.

[0017] Eine gemäß der Erfindung ausgeführte Vorrichtung zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen aus einem Materialgutstrom weist eine derartige Separationstrommel und Mittel zur Zuführung des Materialgutstromes auf den Trommelmantel auf.

[0018] Die Erfindung bietet den besonderen Vorteil, dass die von der Separationstrommel ausgehende magnetische Anziehungskraft auf einfache Weise auf die aktuelle Zusammensetzung eines Materialgutstromes und auf geänderte Anforderungen an die jeweils anwendungsabhängig gewünschten Abscheidungsergebnisse angepasst werden kann. Das jeweils gewünschte Trennergebnis ist somit einstellbar. Die magnetische Anziehungskraft kann mit Hilfe der Erfindung z.B. so eingestellt werden, dass schlecht magnetisierbare Teile mit einem niedrigen FE-Anteil und kleine, z.B. kugelige Teile weniger stark angezogen werden. Diese fallen dann früher vom Trommelmantel ab und gelangen in die Fraktion mit nicht eisenhaltigen Bestandteilen. Dies hat wiederum eine höhere Reinheit der für eisenhaltige Bestandteile vorgesehenen Fraktion zu Folge. Zudem tritt weniger Beifang durch Verschleppungen von unerwünschten Bestandteilen wie z.B. Kunststoffen in dieser Fraktion auf.

[0019] Die zur Erzeugung einer magnetischen Anziehungskraft auf der Außenseite der Separationstrommel erforderliche magnetische Flussdichte ist mit Hilfe der Erfindung nun auch bei einem robusten, wartungsarmen Abscheider mit einer innen liegenden, mitlaufenden Permanentmagnetanordnung ohne aufwendige Umbaumaßnahmen anwendungsabhängig einstellbar. Es kann somit auf den Einsatz von Elektromagneten verzichtet werden.

[0020] Die Erfindung und weitere vorteilhafte Ausführungen derselben werden an Hand von in denen Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 im Schnitt die Abwurfzone einer Abscheidungs- vorrichtung für eisenhaltige Teile mit einem ersten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Separationstrommel und einem Fördergurt, wobei die Separati-

onstrommel eine mitlaufende Permanentmagnetanordnung mit vier abwechselnd magnetisierten Polstäben im Inneren eines Trommelmantels aufweist, welche in Richtung auf die Innenseite des Trommelmantels ausgefahren sind,

- 5 Fig. 2 die Abscheidungsrichtung von Fig. 1, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung in der Separationstrommel von der Innenseite des Trommelmantels weg in Richtung auf die Antriebswelle eingefahren sind, und
- 10 Fig. 3-8 eine weitere Ausführungsform für eine gemäß der Erfindung ausgeführte Separationstrommel, wobei besonders vorteilhaft zwei Spreizsterne mit radial kippbaren Kniehebeln zum radialsymmetrischen Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe relativ zur Antriebswelle auf deren Unterseiten einwirken, wobei im Detail gezeigt ist in
- 15 Fig. 3 die Separationstrommel in einer perspektiven Seitenansicht, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung radialsymmetrisch vollständig ausgefahren sind, d.h. die radial nach außen gerichteten Magnetflächen der Polstäbe nahezu direkt unter der Innenseite des Mantels der Separationstrommel liegen,
- 20 Fig. 4 die Separationstrommel von Fig. 3 in einem Längsschnitt, wobei die Kniehebel der Spreizsterne an zwei Ringen drehbar gelagert sind, und die Verschieberinge axial auf der Antriebswelle so verschoben sind, dass die Kniehebel vollständig abgespreizt und die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung bis zur Innenseite des Trommelmantels ausgefahren sind,
- 25 Fig. 5 die Separationstrommel von Fig. 3 in einer perspektiven Seitenansicht, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung radialsymmetrisch vollständig in Richtung auf die Antriebswelle eingefahren sind, so dass ein Luftspalt zwischen den radial nach außen gerichteten Magnetflächen der Polstäbe und der Innenseite des Mantels der Separationstrommel auftritt,
- 30 Fig. 6 die Separationstrommel von Fig. 5 in einem Längsschnitt, wobei die Verschieberinge auf der Antriebswelle so verfahren sind, dass die Kniehebel an die Antriebswelle angelegt und die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung unter Bildung eines Luftspalts gegenüber der Innenseite des Trommelmantels eingefahren sind,
- 35 Fig. 7, 8 die Separationstrommeln von Fig. 3 bzw. 5 jeweils in einem Querschnitt und mit Blick auf die Innenseite einer Seitenscheibe,
- 40 Fig. 9-14 eine weitere Ausführungsform für eine gemäß der Erfindung ausgeführte Separationstrommel, wobei besonders vorteilhaft zwei axial auf der Antriebswelle verschiebbare Kegelstumpfstücke zum radialsymmetrischen Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe relativ zur Antriebswelle auf deren Unterseiten einwirken, wobei im Detail gezeigt ist in
- 45 Fig. 9 die Separationstrommel in einer perspektiven Seitenansicht, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung radialsymmetrisch vollständig ausgefahren sind, d.h. die radial nach außen gerichteten Magnetflächen der Polstäbe nahezu direkt unter der Innenseite des Mantels der Separationstrommel liegen,
- 50 Fig. 10 die Separationstrommel von Fig. 9 in einem Längsschnitt, wobei die Kegelstumpfstücke auf der Antriebswelle so verschoben sind, dass die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung radialsymmetrisch vollständig bis zur Innenseite des Trommelmantels ausgefahren sind,
- 55 Fig. 11 die beispielhafte Separationstrommel von Fig. 9 bzw. 10 in einem Querschnitt,
- Fig. 12 die Separationstrommel von Fig. 9 in einer perspektiven Seitenansicht, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung radialsymmetrisch vollständig in Richtung auf die Antriebswelle eingefahren sind, so dass ein Luftspalt zwischen den radial nach außen gerichteten Magnetflächen der Polstäbe und der Innenseite des Mantels der Separationstrommel auftritt,
- Fig. 13 die Separationstrommel von Fig. 12 in einem Längsschnitt, wobei die Kegelstumpfstücke auf der Antriebswelle so verschoben sind, dass die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung unter Bildung eines Luftspalts gegenüber der Innenseite des Trommelmantels in Richtung auf die Antriebswelle eingefahren sind,

- Fig. 14 die beispielhafte Separationstrommel von Fig. 12 bzw. 13 in einem Querschnitt,
- Fig. 15-20 eine weitere Ausführungsform für eine gemäß der Erfindung ausgeführte Separationstrommel, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung an den radialen Außenseiten mehr als eine parallel nebeneinander liegende Polreihe mit jeweils einer abwechselnden Magnetisierung (S, N, S; N, S, N; S, N, S; N, S, N) aufweisen, wobei im Detail gezeigt ist in
- Fig. 15 im Schnitt die Abwurfzone einer Abscheidungs Vorrichtung für eisenhaltige Teile mit einem Ausführungsbeispiel einer derartigen Separationstrommel und einem Fördergurt, wobei die vier Polstäbe der mitlaufenden Permanentmagnetanordnung jeweils drei Polreihen mit abwechselnder Magnetisierung aufweisen, und die Polstäbe in Richtung auf die Innenseite des Trommelmantels vollständig ausgefahren sind,
- Fig. 16 die Abscheidungs Vorrichtung von Fig. 15, wobei die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung in der Separationstrommel von der Innenseite des Trommelmantels weg in Richtung auf die Antriebswelle eingefahren sind,
- Fig. 17 eine perspektivische Draufsicht auf das eine Ende der Separationstrommel von Fig. 15,
- Fig. 18 einen Längsschnitt durch das andere Ende der Separationstrommel von Fig. 17, wobei die Kniehebel des zumindest einen Spreizsterns vollständig von der Antriebswelle abgekippt sind,
- Fig. 19 eine perspektivische Draufsicht auf das eine Ende der Separationstrommel von Fig. 16, und
- Fig. 20 einen Längsschnitt durch das andere Ende der Separationstrommel von Fig. 16 bzw. 19, wobei die Kniehebel des zumindest einen Spreizsterns vollständig an die Antriebswelle angelegt sind.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Separationstrommel T im Schnitt. Diese ist mit einer mitlaufenden Permanentmagnetanordnung P mit z.B. vier abwechselnd magnetisch ausgerichteten Polstäben P1, P2, P3, P4 im Inneren ausgestattet und in der Abwurfzone B einer Abscheidungs Vorrichtung C für eisenhaltige Teile, auch Separator bzw. FE-Abscheider genannt, angeordnet. Die Polstäbe P1, P2, P3, P4 der Permanentmagnetanordnung, d.h. die radial nach außen gerichteten Magnetflächen P19, P29, P39, P49 der Polstäbe, nehmen abwechselnd magnetische Nordpole N und Südpole S ein. Erfindungsgemäß sind die Polstäbe in Fig. 1 soweit wie möglich ausgefahren, d.h. die Magnetflächen der Polstäbe liegen nahezu direkt unter der Innenseite T1 des rotierenden Mantels T1 der Separationstrommel T. Der Abstand A der Magnetflächen P19, P29, P39, P49 von der Innenseite T1 ist somit nahezu null. Die davon ausgehende magnetische Flussdichte reicht somit bis weit auf die Außenseite TA des Trommelmantels T1, so dass die damit auf eisenhaltige Teile auf dem Trommelmantel ausübende magnetische Anziehungskraft einen größtmöglichen Wert annimmt.

[0021] Die erfindungsgemäße Separationstrommel T dient zur Abscheidung eisenhaltiger Teile aus einem Materialgutstrom M. Dieser wird im Beispiel der Fig. 1 über einen zusätzlichen Fördergurt E herangeführt. Darin sind beispielhaft durch unterschiedliche Formen z.B. großflächige Festkörper M1 mit hohem FE-Anteil, z.B. Bleche, kompakte Festkörper M2 mit hohem FE-Anteil, z.B. Eisenkerne, kleine Festkörper M3 mit hohem FE-Anteil, z.B. Schrauben, kleine Festkörper M4 ohne FE-Anteil, z.B. Glassplitter, und große Festkörper M5 ohne FE-Anteil, z.B. Isolatoren oder Partikel aus einem Nichteisenmetall, symbolisiert. Die Separationstrommel T enthält einen rotierenden Trommelmantel T1 mit einer Antriebswelle T2 aus einem nicht aufmagnetisierbaren Material, z.B. Edelstahl V4A oder Mangan-Hartstahl.

[0022] Die erfindungsgemäße Separationstrommel T ermöglicht somit z.B. eine indirekte Führung eines Materialgutstromes M über einen zusätzlichen Fördergurt E, wie dies im Beispiel der Figuren 1 und 2 dargestellt ist. Der Einsatz der erfindungsgemäßen Separationstrommel T ist jedoch nicht auf diese Anwendung beschränkt. Diese kann z.B. auch als ein separates Bauteil in einer komplexen technischen Anlage eingesetzt werden.

[0023] Im Beispiel der Figuren 1 und 2 weist die Permanentmagnetanordnung P z.B. vier radialsymmetrisch auf der Antriebswelle angebrachte und in Umfangsrichtung des Trommelmantels T1 wechselseitig magnetisierte Polstäbe P1, P2, P3, P4 auf. Deren radialsymmetrisch nach außen gerichteten Mantelflächen P19, P29, P39, P49 weisen somit abwechselnd einen magnetischen Süd- bzw. Nordpol auf, d.h. über den Umfang des Trommelmantels T1 sind die Magnetisierungen N, S, N und S gleichmäßig verteilt. Je nach Größe der Separationstrommel und Ausführung der die Polstäbe bildenden Magnete kann die Permanentmagnetanordnung P auch eine andere, ganzzahlige Anzahl an Polstäben aufweisen, z.B. 2, 6, 8 ..., d.h. höher- oder niedrigerpoliger ausgeführt sein.

[0024] Diese sind im Trommelmantel T1 radialsymmetrisch so angeordnet, dass sich auf der Außenseite des Trommelmantels T1 im Beispiel der Figuren 1 und 2 ein Anhaftbereich G2 für eisenhaltige Teile M1, M2, M3 im Materialgutstrom M ergibt. Bei dem im Beispiel dargestellten Separator C bilden erfindungsgemäß der Trommelmantel T1 gemeinsam

mit den Seitenscheiben T3, T4, sowie die innenliegende, mitlaufende Permanentmagnetanordnung P und die Antriebswelle T2 der Separationstrommel T eine rotierende Einheit. Alle Elemente sind verdrehsicher auf der Antriebswelle T2 gehalten. Die Permanentmagnetanordnung P füllt den Trommelmantel T1 radialsymmetrisch aus. Die Mittel zur Zuführung des Materialgutstromes M weisen zudem einen Fördergurt G auf. Dieser stellt einen Aufschüttbereich G1 für den Materialgutstrom M bereit, ist unter Bildung eines Anhaftbereiches G2 für eisenhaltige Teile M1, M2, M3 um einen Bereich des Trommelmantels T1 geführt, und vorteilhaft außerhalb der Darstellungsbereiche der Fig. 1, 2 ringförmig geschlossen.

[0025] Bei der Separationstrommel C sind erfindungsgemäß die Polstäbe P1, P2, P3, P4 der Permanentmagnetanordnung P im Trommelmantel T1 radial zur Antriebswelle T2 in Richtung auf die Innenseite TI des Trommelmantels T1 ausfahrbar bzw. wieder von der Innenseite TI weg in Richtung auf die Antriebswelle T2 einfahrbar. Der radiale Abstand A der oben liegenden Magnetflächen P19, P29, P39, P49 der Polstäbe P1, P2, P3, P4 zur Innenseite TI des Trommelmantels T1 und damit die Dichte der magnetischen Feldlinien im Anhaftungsbereich G2 für die eisenhaltigen Teile M1, M2, M3 auf der Außenseite TA ist von einem Anlagenbetreiber abhängig vom jeweiligen Nutzungsgrad der Abscheidungsvorrichtung aktuell einstellbar.

[0026] So zeigt Fig. 2 die Separationstrommel T von Fig. 1 in einem Zustand, bei dem die Polstäbe P1-P4 der Permanentmagnetanordnung P erfindungsgemäß in Richtung auf die Antriebswelle T2 eingefahren sind. Die magnetische Flussdichte und damit die auf eisenhaltige Teile auf dem Trommelmantel ausübende Anziehungskraft sind somit reduziert. In Fig. 2 ist dies daran zu erkennen, dass die Magnetflächen P19, P29, P39, P49 mit den abwechselnden magnetischen Nord- und Südpolen N, S in das Innere des Trommelmantels T1 zurückgezogen sind und einen deutlich größeren Abstand A zur Innenseite TI einnehmen. Diese erfindungsgemäße Verstellbarkeit ermöglicht eine anwendungsabhängige Anpassbarkeit der auf eisenhaltige Teile M1, M2, M3 in einem Materialgutstrom M ausgeübte Abscheidungswirkung, und damit eine Steuerbarkeit der Zusammensetzung der jeweiligen Abwurfströme.

[0027] So werden im vollständig ausgefahrenen Zustand der Polstäbe im Beispiel von Fig. 1 sowohl großflächige und kompakte Festkörper M1, M2 mit hohen FE-Anteilen, z.B. Bleche, Eisenkerne usw., als auch kleine Festkörper M3 mit hohem FE-Anteil, z.B. Schrauben, im Anhaftbereich G2 stark angezogen und auf dem Fördergurt E weit um den Trommelmantel T1 mitgenommen. Es wird somit eine starke Trennung von Festkörpern mit bzw. ohne Eisenanteil bewirkt. So rutschen sowohl kleine Festkörper M4 ohne FE-Anteil, z.B. Glassplitter, als auch große Festkörper M5 ohne FE-Anteil, z.B. Isolatoren oder Partikel aus einem Nichteisenmetall, in einer ersten Abwurfzone G3 vom Trommelmantel T1 ab. Sie bilden einen ersten Abwurfstrom B1, der sich in Fig. 1 rechts von einem Trennscheitel BS ansammelt. Demgegenüber werden alle Festkörper mit Eisenanteil zu einer zweiten Abwurfzone G4 mitgenommen, die am Rande des Einflussbereiches der Permanentmagnetanordnung unter dem Fördergurt E liegt. Der dortige zweite Abwurfstrom B2 enthält Festkörper M1, M2, M3 mit FE-Anteil und sammelt sich links vom Trennscheitel BS an.

[0028] Im vollständig eingefahrenen Zustand der Polstäbe gemäß dem Beispiel von

[0029] Fig. 2 werden jedoch nur großflächige Festkörper M1 mit hohen FE-Anteilen, z.B. Bleche, im Anhaftbereich G2 gehalten und auf dem Fördergurt E weit um den Trommelmantel T1 mitgenommen. Diese bilden somit einen vierten Abwurfstrom B4 aus großflächigen Festkörpern mit FE-Anteil, der sich im Beispiel der Fig. 2 links vom Trennscheitel BS ansammelt.

[0030] Dagegen werden sowohl kompakte Festkörper M2 mit hohen FE-Anteilen, z.B. Eisenkerne, als auch kleine Festkörper M3 mit hohem FE-Anteil, z.B. Schrauben, im Anhaftbereich G2 weniger stark angezogen. Diese fallen somit früher vom Trommelmantel T1 ab und bilden mit den kleinen Festkörpern M4 ohne FE-Anteil, z.B. Glassplittern, und den großen Festkörpern M5 ohne FE-Anteil, z.B. Isolatoren oder Partikeln aus Nichteisenmetall, einen dritten Abwurfstrom B3. Dieser sammelt sich im Beispiel der Fig. 2 rechts vom Trennscheitel BS an. Es wird somit eine weniger starke Trennung von Festkörpern mit bzw. ohne Eisenanteil bewirkt, jedoch großflächige Festkörper mit einem u.U. hohen FE-Anteil bevorzugt und damit gesondert separiert.

[0031] Auf Grund der insbesondere kontinuierlichen, möglichst stufenlosen Ein- und Ausfahrbarkeit der Polstäbe kann die Anziehungswirkung auf eisenhaltige Teile und damit der jeweils gewünschte Abscheidungsgrad der erfindungsgemäßen Separationstrommel optimal eingestellt werden. Insbesondere kann ein Maschinenführer in einem solchen Fall jede anwendungsabhängig gewünschte Zwischenlage zwischen dem vollständig ausgefahrenen bzw. eingefahrenen Zustand der Polstäbe einstellen. Zudem kann eine Materialmenge von einem Anwender z.B. mehrfach hintereinander dem Separator C zugeführt werden. Wird zwischen diesen Durchläufen die Einstellung des erfindungsgemäßen Separators justiert, d.h. der Abstand A der Magnetflächen der Polstäbe von der Innenwand nachgestellt, so können gezielt bestimmte Partikel aus dem Materialgutstrom gewonnen werden.

[0032] An Hand der Figuren 3 bis 8 wird nachfolgend ein besonders vorteilhaftes weiteres Ausführungsbeispiel einer gemäß der Erfindung ausgeführten Separationstrommel erläutert.

[0033] Dieses weist eine mit dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Beispiel vergleichbare Bauart auf. So zeigt Fig. 3 die Separationstrommel T in einer perspektiven Seitenansicht. Dabei sind die Polstäbe P1, P2, P3, P4 der Permanentmagnetanordnung P wiederum nahezu vollständig ausgefahren. Die radial nach außen gerichteten Magnetflächen P19, P29 der Polstäbe, die abwechselnd magnetische Nordpole N und Südpole S einnehmen, liegen nahezu direkt unter

dem rotierenden Mantel T1 der Separationstrommel T. Dieser ist aus Gründen der besseren Übersicht in den Figuren 3, 5, 9, 10, 12, 13, 17 und 19 nicht dargestellt, um insbesondere bei einer perspektivischen Draufsicht einen Einblick in das Innere der jeweiligen Separationstrommel T zu ermöglichen. Die davon ausgehende magnetische Flussdichte reicht somit bis weit auf die Außenseite TA des Trommelmantels, so dass die damit auf eisenhaltige Teile auf dem Trommel-

5 mantel ausübbare magnetische Anziehungskraft einen größtmöglichen Wert annehmen kann.
[0034] Die Permanentmagnetanordnung im Beispiel der Figuren 3 bis 6 ist vierpolig und verfügt über die abwechselnd magnetisierten und axial, parallel zur Antriebswelle T2 verlaufenden Polstäbe P1, P2, P3, P4. Dabei besteht der erste Polstab P1 z.B. aus sechs Stapeln P10, P11 - P15 mit jeweils zwei übereinander liegenden Permanentmagneten. Diese sind auf der radial nach innen gerichteten Seite auf einen gemeinsamen Eisenrückenstab P16, d.h. einen magnetischen

10 Rückschluss, aufgelegt. Die oben liegenden, radial nach außen gerichteten Magnetflächen P19 der Stapel P10, P11 - P15 bilden eine Reihe magnetischer Nordpol N.
[0035] Entsprechend weist der zweite Polstab P2 eine Reihe von sechs Stapeln P20, P21 - P25 aus jeweils zwei übereinander liegenden Permanentmagneten auf einem gemeinsamen Eisenrückenstab P26 und außen liegenden Magnetflächen P29 mit einem magnetischen Südpol S auf. Entsprechend weist auch der dritte Polstab P3 eine Reihe

15 von sechs Stapeln P30, P31 - P35 aus jeweils zwei übereinander liegenden Permanentmagneten mit einem Eisenrückenstab P36 und außen liegende Magnetflächen P39 mit einem magnetischen Nordpol N auf. Konsequenterweise weist auch der vierte Polstab P4 eine Reihe von sechs Stapeln P40, P41 - P45 aus zwei Permanentmagneten mit einem Eisenrückenstab P46 und außen liegende Magnetflächen P49 mit einem magnetischen Südpol S auf. Auf Grund der jeweiligen Schnittlinien und Perspektiven sind einige Elemente des vierten Polstabs P4 jedoch in den Figuren verdeckt.

20 **[0036]** Erfindungsgemäß ist die Separationstrommel T mit Seitenscheiben ausgestattet, die verdrehsicher mit der Antriebswelle T2 verbunden sind und eine Auflage insbesondere für die äußeren Ränder des Trommelmantels T1 bereitstellen. In den Beispielen der Figuren 1 bis 14 sind hierzu die Seitenscheiben T3, T4, in den Beispielen der Figuren 15 bis 20 die Seitenscheiben T7, T8 vorgesehen. Diese dienen insbesondere als Stütze des Trommelmantels und schließen den Innenraum der Separationstrommel nach außen ab.

25 **[0037]** Gemäß vorteilhafter, weiterer Ausführungen der Erfindung können die Seitenscheiben auf den Innenseiten auch zusätzliche radiale Führungsnuten für die stirnseitigen Enden der Polstäbe der Permanentmagnetanordnung bereitstellen. Diese Führungsnuten unterstützen ein präzises Aus- bzw. Einfahren der Polstäbe im Trommelmantel radialsymmetrisch zur Antriebswelle gemäß der Erfindung. Über diese Führungsnuten werden die Polstäbe zudem auch bei hohen Drehzahlen der Separationstrommel sicher gehalten, so dass die Seitenscheiben auf der Antriebswelle auch

30 als Mitnehmerscheiben für das innen liegende, mitrotierende Permanentmagnetsystem P dienen.
[0038] Im Beispiel der Figuren 3 bis 8 sind hierzu vorteilhaft radiale Führungsnuten T31-T34 und T41-T44 auf den Innenflächen der Seitenscheiben T3, T4 zur Einlage und radialen Führung der stirnseitigen Enden der Polstäbe P1, P2, P3, P4 vorgesehen. Dabei sind die radialen Führungsnuten T31-T34 und T41-T44 durch auf den Innenseiten der Seitenscheiben T3, T4 aufgesetzten Führungsstäbe T6 seitlich begrenzt. Im Beispiel der Figuren 15 bis 20 sind die radialen Führungsnuten T71-T74 und T81-T84 durch muldenförmige Vertiefungen auf den Innenflächen der dortigen Seitenscheiben T7, T8 ausgebildet. Diese können z.B. durch Einfräsungen bzw. Fräßmulden gebildet werden. Auch diese dienen zur Einlage und radialen Führung der stirnseitigen Enden der Polstäbe Q1, Q2, Q3, Q4 der dortigen Permanentmagnetanordnung Q.

35 **[0039]** Im Beispiel der Figuren 3 bis 8 und im Beispiel der Figuren 15 bis 20 sind zum Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe P1-P4 bzw. Q1-Q4 der jeweiligen Permanentmagnetanordnung P, Q vorteilhaft zwei Spreizsterne K bzw. L mit jeweils einem auf der Antriebswelle T2 axial verschiebbaren Ring K0 bzw. L0 vorhanden. Weiterhin sind jeweils vier Kniehebel K5 bis K8 bzw. L5 bis L8 vorhanden, die jeweils an einem Ende am entsprechenden Ring K0 bzw. L0 und jeweils an dem anderen Ende auf der radial zur Antriebswelle T2 gerichteten Unterseite eines zugeordneten Polstabes P1-P4 bzw. Q1-Q4 in radialer Richtung kippar gelagert. Mit Hilfe von Verschiebemitteln, welche auf die Ringe K0 bzw. L0 einwirken,

40 werden die Kipphebel ein- bzw. ausgeklappt und hiermit die Polstäbe P1-P4 bzw. Q1-Q4 ein- bzw. ausgefahren.
[0040] Hierzu zeigen Fig. 3 bzw. Fig. 17 die Separationstrommel T in einer perspektiven Seitenansicht. Dabei sind die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung P bzw. Q wiederum nahezu vollständig ausgefahren, so dass die radial nach außen gerichteten Magnetflächen der Polstäbe nahe unter dem Mantel der Separationstrommel liegen. Die magnetische Flussdichte und die damit auf eisenhaltige Teile auf dem Trommelmantel ausübbare Anziehungskraft nehmen somit einen größtmöglichen Wert an. Fig. 4 bzw. Fig. 18 zeigt die Separationstrommel von Fig. 3 bzw. Fig. 17 jeweils in einem Längsschnitt. Dabei sind die Ringe K0 und L0 auf der Antriebswelle T2 so verfahren, dass alle Kniehebel von der Antriebswelle T2 abgespreizt sind.

45 **[0041]** Wie z.B. aus dem Schnitt der Fig. 4 ersichtlich ist, weist der erste Spreizstern K einen axial auf der Antriebswelle T2 verschiebbaren Ring K0 auf. An dessen Mantelfläche sind vier Halteflächen K1, K2, K3, K4 mit Drehbolzen im Abstand von 90 Grad für jeweils einen der vier Kniehebel K5, K6, K7, K8 angebracht. Hierüber sind die Kniehebel in Richtung der Antriebswelle an- bzw. abklappbar. Dabei ist jeweils ein Kniehebel K5, K6, K7, K8 einem Polstab P1-P4 zugeordnet und über einen Längsschlitz K9 mit Drehbolzen auf der Unterseite des jeweiligen Polstabes drehbar gelagert. Bevorzugt sind die Längsschlitze K9 in den Unterseiten der Eisenrückstäbe P16, P26, P36, P46 eingefräst.

[0042] Wie z.B. aus dem Schnitt der Fig. 4 bzw. der Fig. 18 ersichtlich, ist der zweite Spreizstern L entsprechend dem ersten Spreizstern K aufgebaut, jedoch vorteilhaft in umgekehrter Richtung auf die Antriebswelle T2 geschoben. An der Mantelfläche eines axial darauf verschiebbaren Rings L0 sind wiederum vier Halteflächen L1 - L4 mit Drehbolzen im Abstand von ca. 90 Grad für jeweils einen der vier Kniehebel L5, L6, L7, L8 angebracht. Hierüber sind die Kniehebel in Richtung der Antriebswelle an- bzw. abklappbar. Dabei ist wiederum jeweils ein Kniehebel L5- L8 einem Polstab P1-P4 bzw. Q1-Q4 zugeordnet und über einen Längsschlitz L9 mit Drehbolzen auf der Unterseite des jeweiligen Polstabes drehbar gelagert. Bevorzugt sind die Längsschlitze L9 im Beispiel der Figuren 3 bis 8 in den Unterseiten der Eisenrückstäbe P16, P26, P36, P46 bzw. im Beispiel der Figuren 15 bis 20 in Trägern Q14, Q24, Q34, Q44, wie aus den Querschnitten der Fig. 15 und 16 ersichtlich, eingefräst.

[0043] Die Kniehebel greifen bevorzugt im Bereich der Enden der Polstäbe auf deren Unterseiten ein und sind im Beispiel der Figuren 3 bis 8 und im Beispiel der Figuren 15 bis 20 vorteilhaft so angeordnet, dass diese gegenläufige Klapprichtungen aufweisen. Zum Antrieb der Ringe K0, L0 und zur Ausführung der Klappbewegungen kann vorteilhaft eine zusätzliche Gewindestange R als Verschiebemittel eingesetzt werden. Im Beispiel der Figuren 4, 6 ist diese vorteilhaft als eine Doppelgewindestange mit einem ersten und zweiten gegenläufigen Gewindebereich R1, R2 ausgeführt. Die Gewindebereiche R1, R2 sind in den Seitenscheiben T3, T4 des Trommelmantels T1 abgestützt und bevorzugt über Gewindeösen R3, R4 als Mitnehmer am ersten, zweiten Ring K0, L0 gelagert. Durch eine Drehung der Gewindestange R werden die Ringe K0, L0 auf der Antriebswelle T2 in gegenläufiger Richtung axial verschoben. Dies hat ein Anlegen bzw. Abklappen der Kipphebel und in Folge davon das Ein- bzw. Ausfahren der jeweils damit verbundenen Polstäbe zur Folge.

[0044] Die Enden der Gewindestange R sind vorteilhaft durch die Seitenscheiben T3, T4 bzw. T7, T8 bis auf deren Außenseiten herausgeführt und dort über zusätzliche Verstellmittel R5 bedienbar. Im Beispiel der Figuren 3 bis 6 und der Figuren 18, 19 sind diese Enden mit Betätigungselementen versehen, z.B. mit einem Sechskantkopf. Hierüber ist die Gewindestange R zum Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe P1-P4 bzw. Q1-Q4 von außerhalb der Seitenscheiben T3, T4 bzw. T7, T8 bedienbar.

[0045] Die Fig. 5 bzw. Fig. 19 zeigen die Separationstrommel T von Fig. 3 bzw. Fig. 17 wiederum in einer perspektiven Seitenansicht. Dabei sind die Polstäbe P1-P4 bzw. Q1-Q4 der jeweiligen Permanentmagnetanordnung P bzw. Q erfindungsgemäß radialsymmetrisch in Richtung auf die Antriebswelle T2 eingefahren. Es tritt nun ein deutlicher Abstand A zwischen den radial nach außen gerichteten Magnetflächen an den Kopfen der Polstäbe P1-P4 bzw. Q1-Q4 und der Innenseite TI des Mantels T1 der Separationstrommel T auf. Auf Grund dieses Luftspalts sind die magnetische Flussdichte und die auf eisenhaltige Teile auf dem Trommelmantel ausübende Anziehungskraft reduziert.

[0046] Die Fig. 6 bzw. 20 zeigt die Separationstrommel von Fig. 5 bzw. Fig. 19 in einem Längsschnitt. Dabei sind die Verschieberinge auf der Antriebswelle so verfahren, dass die Kniehebel auf die Antriebswelle T2 angelegt und die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung unter Bildung eines Luftspalts bzw. Abstands A eingefahren sind. Die magnetische Flussdichte und die auf eisenhaltige Teile ausübende Anziehungskraft sind somit reduziert.

[0047] Schließlich zeigen die Figuren 7 bzw. 8 die Separationstrommel von Fig. 3, 4 bzw. 5, 6 in einem Querschnitt jeweils mit Blick auf die Innenseite der Seitenscheibe T3. Dabei ist in den Fig. 7 bzw. 8 der Spreizstern K in dem von der Antriebswelle T2 abgekippten bzw. auf den Mantel der Antriebswelle T2 angelegten Zustand gezeigt. Entsprechend nehmen die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung den ausgefahrenen bzw. eingefahrenen Zustand ein.

[0048] Entsprechend zeigen die Figuren 15 bzw. 16 die Separationstrommel von Fig. 17, 18 bzw. 19, 20 in einem Querschnitt jeweils mit Blick auf die Innenseite der Seitenscheibe T8. Dabei ist in den Fig. 15 bzw. 16 der Spreizstern L in dem von der Antriebswelle T2 abgekippten bzw. auf den Mantel der Antriebswelle T2 angelegten Zustand gezeigt. Entsprechend nehmen die Polstäbe Q1-Q4 der Permanentmagnetanordnung Q den ausgefahrenen bzw. eingefahrenen Zustand ein.

[0049] An Hand der Figuren 9 bis 14 wird nachfolgend ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Separationstrommel näher erläutert.

[0050] Fig. 9 zeigt die Separationstrommel T in einer perspektiven Seitenansicht. Dabei sind die Polstäbe P1-P4 der Permanentmagnetanordnung P vollständig ausgefahren, so dass die radial außen liegenden Magnetflächen P19, P29, P39, P49 nahe unter dem Mantel der Separationstrommel platziert sind. Die magnetische Flussdichte und die auf eisenhaltige Teile auf dem Trommelmantel ausübende Anziehungskraft nehmen einen größtmöglichen Wert an.

[0051] Bei dieser beispielhaften Ausführung der Separationstrommel T sind Paare von Gleitkeilen P16a, P16b und P26a, P26b und P36a, P36b und P46a, P46b auf den radial zur Antriebswelle T2 gerichteten Unterseiten der Polstäbe P1, P2, P3, P4 vorgesehen, bevorzugt auf den Eisenrückenstäben P16, P26, P36, P46. Weiterhin sind in Fig. 9 bis 14 vorteilhaft zwei Kegelstumpfstücke W1, W2 mit vier abgeschrägten Seiten vorhanden und über Bohrungen W11, W21 zur Durchführung der Antriebswelle T2 gegenläufig auf dieser axial verschiebbar. Diese stehen mit den Gleitkeilen P16a, P16b und P26a, P26b und P36a, P36b und P46a, P46b so in Verbindung, dass die Polstäbe P1-P4 über die abgeschrägten Seiten radialsymmetrisch ein- und ausfahrbar sind. Vorteilhaft sind zusätzliche Gewindebolzen W12, W22 vorhanden. Diese sind jeweils in der Seitenscheibe T3, T4 des Trommelmantels T1 abgestützt und in den Kegelstumpfstücken W1, W2 so gelagert, dass diese durch Drehung der Gewindebolzen W12, W22 auf der Antriebswelle axial

verschiebbar ist.

[0052] Vorteilhaft sind auch hier die Enden der Gewindebolzen W12, W22 durch die Seitenscheiben T3, T4 bis auf deren Außenseiten herausgeführt und dort über zusätzliche Verstellmittel bedienbar. Diese Enden sind vorteilhaft mit Betätigungselementen versehen, z.B. mit einem Sechskantkopf. Hierüber sind die Gewindebolzen W12, W22 zum Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe P1-P4 von außerhalb der Seitenscheiben T3, T4 bedienbar.

[0053] Fig. 10 zeigt die Separationstrommel von Fig. 9 in einem Längsschnitt. Dabei sind die beiden Kegelstumpfstücke W1, W2 auf der Antriebswelle axial so verschoben, dass die Polstäbe vollständig ausgefahren. Fig. 11 zeigt die Separationstrommel von Fig. 9, 10 entsprechend in einem Querschnitt.

[0054] Fig. 12 zeigt die Separationstrommel von Fig. 9 in einer perspektiven Seitenansicht. Dabei sind die Polstäbe P1- P4 der Permanentmagnetanordnung P erfindungsgemäß radialsymmetrisch in Richtung auf die Antriebswelle eingefahren. Es tritt somit ein Luftspalt zwischen den außen liegenden Magnetflächen P19, P29, P39, P49 der Polstäbe und der Innenseite des Mantels der Separationstrommel auf. Die magnetische Flussdichte und die auf eisenhaltige Teile auf dem Trommelmantel ausübende Anziehungskraft sind reduziert.

[0055] Fig. 13 zeigt, vergleichbar mit Fig. 10, die Separationstrommel von Fig. 12 in einem Längsschnitt. Dabei sind die Kegelstumpfstücke W1, W2 auf der Antriebswelle so verschoben, dass die Polstäbe der Permanentmagnetanordnung unter Bildung eines Luftspalts eingefahren sind. Fig. 14 zeigt, vergleichbar mit Fig. 11, die Separationstrommel von Fig. 12, 13 in einem Querschnitt.

[0056] An Hand der Figuren 15 bis 20 wird nachfolgend ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Separationstrommel näher erläutert.

[0057] Dabei entsprechen die Querschnittsdarstellungen in den Figuren 15 und 16 den Darstellungen von Fig. 1 und 2. Die Fig. 15 bzw. 16 zeigen die Separationstrommel wiederum in Zuständen, bei denen die Polstäbe Q1-Q4 der Permanentmagnetanordnung Q entweder vollständig ausgefahren bzw. vollständig eingefahren sind. Die hiervon hervorgerufenen Auswirkungen auf die einzelnen Abwurfströme B1 - B4 sind entsprechend, so dass auf die obigen Ausführungen zu Fig. 1, 2 verwiesen werden kann.

[0058] Im Vergleich zum Beispiel der Figuren 1 und 2 ist jedoch die Permanentmagnetanordnung Q vorteilhaft anders ausgeführt. Dabei weisen die Polstäbe Q1 bzw. Q2 bzw. Q3 bzw. Q4 der Permanentmagnetanordnung Q an den radialen Außenseiten mehr als eine parallel nebeneinander liegende Polreihe auf. Im Beispiel der Figuren 15 bis 20 sind dies pro Polstab jeweils drei Polreihen, d.h. Q11-Q13 bzw. Q21-Q23 bzw. Q31-Q33 bzw. Q41-Q43 mit jeweils einer im Umfang abwechselnden Magnetisierung S, N, S bzw. N, S, N bzw. S, N, S bzw. N, S, N. Zudem sind die Polreihen eines jeden Polstabs Q1 bzw. Q2 bzw. Q3 bzw. Q4 auf einem darunter liegenden Träger Q14 bzw. Q24 bzw. Q34 bzw. Q44 so angeordnet sind, dass deren radial nach außen gerichteten Magnetflächen möglichst tangential zur Innen- und Außenseite TI, TA des Trommelmantels T1 ausgerichtet sind. Vorteilhaft ist jede Polreihe auf je einem eigenen, durchgehenden Eisenrückenstab aufgelegt.

[0059] Hiermit ist zum einen der Vorteil verbunden, dass im vollständig ausgefahrenen Zustand der Polstäbe, wie in den Figuren 15, 17 und 18 dargestellt, die Magnetflächen der Polreihen nahezu direkt auf der Innenseite TI des Trommelmantels T1 aufliegen. Da somit nahezu kein Luftspalt auftritt, kann sich das magnetische Feld bestmöglich bis auf die Außenseite TA erstrecken. Im Beispiel der Figuren 15 bis 20 ist der radiale Abstand A der Magnetflächen der Polstäbe Q1-Q4 von der Innenseite TI des Trommelmantels T1 vorzugsweise im Bereich von 0 bis maximal 20 mm einstellbar.

[0060] Diese Wirkung kann noch dadurch verstärkt werden, dass die Magnetflächen der Polreihen der Polstäbe Q1-Q4 in der Regel kleiner ausgeführt werden können als die nur eine Magnetfläche eines jeden Polstabs P1-P4. Zudem bietet die Aufteilung der Magnetflächen auf mehrere Polreihen pro Polstab die Möglichkeit, dass die Polreihen auf dem Umfang der Permanentmagnetanordnung gleichmäßiger verteilt werden können. Es treten somit besonders im ausgefahrenen Zustand der Polstäbe Q1-Q4 geringe Lücken auf als im Beispiel der Figur 1. Auch dies trägt zu Verstärkung des Magnetfeldes auf der Außenseite TA besonders bei Separationstrommeln mit großem Umfang bei.

[0061] Selbstverständlich ist diese Ausführung der Erfindung nicht auf drei Polreihen pro Polstab beschränkt. Je nach Durchmesser des Trommelmantels können pro Polstab z.B. nur zwei oder auch mehr als drei Polreihen vorgesehen werden. Zudem kann je nach Bedarf auch eine Aufteilung auf z.B. mehr als vier Polstäbe erfolgen.

Bezugszeichenliste

M	Materialgutstrom
M1	großflächige Festkörper mit hohem FE-Anteil, z.B. Bleche
M2	kompakte Festkörper mit hohem FE-Anteil, z.B. Eisenkerne
M3	kleine Festkörper mit hohem FE-Anteil, z.B. Schrauben
M4	kleine Festkörper ohne FE-Anteil, z.B. Glassplitter
M5	große Festkörper ohne FE-Anteil, z.B. Isolatoren oder Partikel aus einem Nichteisenmetall
B	Abwurfzone
B1	erster Abwurfstrom aus Festkörpern ohne FE-Anteil

EP 2 659 983 A2

(fortgesetzt)

B2	zweiter Abwurfstrom aus Festkörpern mit z.B. hohem FE-Anteil	
B3	dritter Abwurfstrom aus Festkörpern ohne FE-Anteil und kleinen bzw. kompakten Festkörpern mit FE-Anteil	
5	B4	vierter Abwurfstrom aus großflächigen Festkörpern mit FE-Anteil
BS	Trennscheitel	
G1	Aufschüttbereich	
G2	Anhaftbereich für Festkörper mit FE-Anteil	
10	G3	erste Abwurfzone für Festkörpern ohne FE-Anteil
G4	zweite Abwurfzone für Festkörper mit FE-Anteil	
C	Separator für eisenhaltige Partikel ("FE-Abscheider") mit einem Fördergurt für den Materialgutstrom	
E	Fördergurt	
15	U	Umlauf- bzw. Rotationsrichtung
T	Separationstrommel	
T1	rotierender Trommelmantel aus nicht aufmagnetisierbarem Material, z.B. Edelstahl V4A, Mangan-Hartstahl	
TI, TA	Innen- bzw. Außenseite des Trommelmantes	
20	T2	Antriebswelle
T3	erste Seitenscheibe, insbesondere eine Mitnehmerscheibe auf der Antriebswelle	
T31-T34	radiale sternförmige Führungsnuten auf Innenfläche	
T4	zweite Seitenscheibe, insbesondere eine Mitnehmerscheibe auf der Antriebswelle	
T41-T44	radiale sternförmige Führungsnuten auf Innenfläche	
25	T6	Führungsstäbe auf Innenflächen der Seitenscheiben T3, T4 zur seitlichen Begrenzung der radialen Führungsnuten
T7	dritte Seitenscheibe, insbesondere eine Mitnehmerscheibe auf der Antriebswelle	
T71-T74	radiale, sternförmige Führungsnuten auf Innenfläche	
30	T8	vierte Seitenscheibe, insbesondere eine Mitnehmerscheibe auf der Antriebswelle
T81-T84	radiale, sternförmige Führungsnuten auf Innenfläche	
P	beispielhafte Permanentmagnetanordnung aus vier sternförmig an der Antriebswelle angebrachten mitlaufenden Polstäben	
S, N	magnetische Süd- und Nordpole	
35	A	Abstand Magnetflächen zu Innenseite Trommelmantel
P1	erster Polstab (eine Reihe von N Polen)	
P11-P15	Stapel aus Permanentmagneten	
P16	Eisenrückenstab	
40	P16a, P16b	Gleitkeile auf Eisenrückenstab
P19	oben liegende Magnetflächen	
P2	zweiter Polstab (eine Reihe von S Polen)	
P21-P25	Stapel aus Permanentmagneten	
P26	Eisenrückenstab	
45	P26a, P26b	Gleitkeile auf Eisenrückenstab
P29	oben liegende Magnetflächen	
P3	dritter Polstab (eine Reihe von N Polen)	
P31-P35	Stapel aus Permanentmagneten	
P36	Eisenrückenstab	
50	P36a, P36b	Gleitkeile auf Eisenrückenstab
P39	oben liegende Magnetflächen	
P4	vierter Polstab (eine Reihe von S Polen)	
P41-P45	Stapel aus Permanentmagneten	
55	P46	Eisenrückenstab
P46a, P46b	Gleitkeile auf Eisenrückenstab	
P49	oben liegende Magnetflächen	

EP 2 659 983 A2

(fortgesetzt)

W1, W2	Kegelstumpfstücke mit vier abgeschrägten Seiten, axial verschiebbar auf Antriebswelle
W11, W21	Bohrungen zur Durchführung Antriebswelle
5 W12, W22	Gewindebolzen zur axialen Verschiebung der Kegelstumpfstücke mit Betätigungselementen an Außenseiten der Seitenscheiben
K	erster Spreizstern
K0	erster Ring, axial verschiebbar auf Antriebswelle T2
K1-K4	Haltefahnen mit Drehbolzen auf der Mantelfläche des ersten Rings im Abstand ca. 90 Grad
10 K5-K8	Kniehebel
K9	Längsschlitz mit Drehbolzen
L	zweiter Spreizstern
L0	zweiter Ring, axial verschiebbar auf Antriebswelle T2
15 L1-L4	Haltefahnen mit Drehbolzen auf der Mantelfläche des zweiten Rings im Abstand ca. 90 Grad
L5-L8	Kniehebel
L9	Längsschlitz mit Drehbolzen
R	Gewindestange, z.B. Doppelgewindestange, extern bedienbar
R1, R2	erster, zweiter gegenläufiger Gewindebereich
20 R3, R4	Gewindeösen als Mitnehmer am Ring K0 bzw. L0
R5	Betätigungselement für die Gewindestange an Außenseite einer Seitenscheibe, z.B. Sechskantköpfe
Q	zweite beispielhafte Permanentmagnetanordnung
Q1	erster Polstab
25 Q11-Q13	Polreihen, drei parallele Reihen von S, N, S Polen auf je einem durchgehenden Eisenrückenstab
Q14	Träger für die Polreihen
Q2	zweiter Polstab
Q21-Q23	Polreihen, drei parallele Reihen von N, S, N Polen auf je einem durchgehenden Eisenrückenstab
30 Q24	Träger für die Polreihen
Q3	dritter Polstab
Q31- 33	Polreihen, drei parallele Reihen von S, N, S Polen auf je einem durchgehenden Eisenrückenstab
Q34	Träger für die Polreihen
Q4	vierter Polstab
35 Q41-Q43	Polreihen, drei parallele Reihen von N, S, N Polen auf je einem durchgehenden Eisenrückenstab
Q44	Träger für die Polreihen

Patentansprüche

40 1. Separationstrommel (T) zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen (M1, M2, M3) aus einem Materialgutstrom (M), mit

45 a) einer rotierenden Einheit mit einer Antriebswelle (T2) und einem darauf über Seitenscheiben (T3, T4; T7, T8) verdrehsicher gehaltenen Trommelmantel (T1) mit einer innenliegenden, mitlaufenden Permanentmagnetanordnung (P; Q) zur Führung des Materialgutstromes (M), wobei

b) die Permanentmagnetanordnung (P; Q)

50 b1) eine ganzzahlige Anzahl von axial zur Antriebswelle (T2) verlaufenden Polstäben (P1-P4; Q1-Q4) aufweist, vorzugsweise vier, und deren radial nach außen gerichtete Magnetflächen (P19, P29, P39, P49) in Umfangsrichtung des Trommelmantels (T1) abwechselnd magnetisiert (N, S, N ...) sind, und

55 b2) die Polstäbe (P1-P4; Q1-Q4) radialsymmetrisch auf der Antriebswelle (T2) angeordnet und deren Magnetflächen (P19, P29, P39, P49) so auf die Innenseite (TI) des Trommelmantels (T1) gerichtet sind, dass sich auf der Außenseite (TA) ein magnetischer Anhaftbereich (G2) für eisenhaltige Teile (M1, M2, M3) im Materialgutstrom (M) ergibt,

dadurch gekennzeichnet, dass

c) die Polstäbe (P1-P4; Q1-Q4) im Trommelmantel (T1) radialsymmetrisch zur Antriebswelle (T2) in Richtung

EP 2 659 983 A2

auf die Innenseite (TI) des Trommelmantels (T1) aus- bzw. von der Innenseite (TI) weg in Richtung auf die Antriebswelle (T2) einfahrbar sind.

- 5 **2.** Separationstrommel (T) nach Anspruch 1, wobei der radiale Abstand (A) der Magnetflächen (P19, P29, P39, P49) der Polstäbe (P1-P4; Q1-Q4) von der Innenseite (TI) des Trommelmantels (T1) kontinuierlich verstellbar ist.
- 10 **3.** Separationstrommel (T) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der radiale Abstand (A) der Magnetflächen (P19, P29, P39, P49) der Polstäbe (P1-P4; Q1-Q4) von der Innenseite (TI) des Trommelmantels (T1) im Bereich von 0 bis maximal 20 mm einstellbar ist.
- 15 **4.** Separationstrommel (T) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit Verstellmitteln (R, R1-R5; W1, W2) zum Ein- bzw. Ausfahren der Polstäbe (P1-P4; Q1-Q4), die von außerhalb der Seitenscheiben (T3, T4; T7, T8) bedienbar sind.
- 20 **5.** Separationstrommel (T) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Seitenscheiben (T3, T4; T7, T8) aufweisen radiale Führungsnuten (T31-T34; T41-T44; T71-T74; T81-T84) an den Innenflächen der Seitenscheiben (T3, T4; T7, T8), in welche die Polstäbe (P1-P4; Q1-Q4) an deren stirnseitigen Enden eingelegt und radial aus- bzw. einfahrbar sind.
- 25 **6.** Separationstrommel (T) nach Anspruch 5, wobei die radialen Führungsnuten (T31-T34; T41-T44) durch Führungsstäbe (T6) begrenzt sind, welche auf die Innenflächen der Seitenscheiben (T3, T4) aufgesetzt sind (Figuren 1 - 8).
- 30 **7.** Separationstrommel (T) nach Anspruch 5, wobei die radialen Führungsnuten (T71-T74; T81-T84) durch muldenförmige Vertiefungen auf den Innenflächen der Seitenscheiben (T7, T8) gebildet sind, insbesondere durch Fräßmulden.
- 35 **8.** Separationstrommel (T) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, mit
 - Gleitkeilen (P16a, P16b; P26a, P26b; P36a, P36b; P46a, P46b) auf den radial zur Antriebswelle (T2) gerichteten Unterseiten der Polstäbe (P1-P4), insbesondere auf zusätzlichen Eisenrückenstäben (P16, P26, P36, P46) der Polstäbe (P1-P4), und mit
 - 40 - zumindest einem auf der Antriebswelle (T2) axial verschiebbaren Kegelstumpfstück (W1, W2) mit abgeschrägten Seiten, welches mit den Gleitkeilen (P16a, P16b; P26a, P26b; P36a, P36b; P46a, P46b) so in Verbindung stehen, dass die Polstäbe (P1-P4) über die abgeschrägten Seiten ein- und ausfahrbar sind (Figuren 9 - 14).
- 45 **9.** Separationstrommel (T) nach Anspruch 8, mit zumindest einem Gewindebolzen (W12, W22), der in zumindest einer Seitenscheibe (T3, T4) abgestützt und in dem Kegelstumpfstück (W1, W2) so gelagert ist, dass das Kegelstumpfstück (W1, W2) durch Drehung des Gewindebolzens (W12, W22) auf der Antriebswelle (T2) axial verschiebbar ist.
- 50 **10.** Separationstrommel (T) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit
 - zumindest einem Spreizstern (K; L), enthaltend
 - zumindest einen auf der Antriebswelle (T2) axial verschiebbaren Ring (K0; L0), und
 - 55 -- Kniehebel (K5-K8; L5-L8), wobei
 - jeweils zumindest ein Kniehebel (K5-K8; L5-L8) einem Polstab (P1-P4; Q1-Q4) zugeordnet ist, und
 - ein Kniehebel (K5-K8; L5-L8) jeweils an einem Ende an dem mindestens einen Ring (K0; L0) und am anderen Ende an einer radial zur Antriebswelle (T2) gerichteten Unterseite des zugeordneten Polstabs (P1-P4; Q1-Q4), insbesondere einem Eisenrückenstab (P16, P26, P36, P46), in radialer Richtung kippar gelagert ist, und mit
 - Verschiebmitteln, die auf den mindestens einen Ring (K0; L0) in axialer Richtung derart einwirkend, dass die daran gelagerten Kniehebel (K5-K8; L5-L8) an die Antriebswelle (T2) angelegt bzw. davon wegschwenkbar

und hierüber die Polstäbe (P1- P4; Q1-Q4) radialsymmetrisch zur Antriebswelle (T2) ein- bzw. ausfahrbar sind (Figuren 1 - 8, Figuren 15 - 20).

- 5
11. Separationstrommel (T) nach Anspruch 10, mit
zumindest einer Gewindestange (R), die in zumindest einer Seitenscheibe (T3, T4; T7, T8) abgestützt und in dem
zumindest einen Ring (K0; L0) so gelagert ist, dass der Ring (K0; L0) durch Drehung der Gewindestange (R) auf
der Antriebswelle (T2) axial verschiebbar ist.
- 10
12. Separationstrommel (T) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Polstäbe (Q1-Q4) der Perma-
nentmagnetanordnung (Q)
- 15
- an den radialen Außenseiten mehr als eine parallel nebeneinander liegende Polreihe (Q11-Q13; Q21-Q23;
Q31-Q33; Q41-Q43) mit jeweils einer abwechselnden Magnetisierung (S, N, S; N, S, N; S, N, S; N, S, N)
aufweisen, und
 - die Polreihen (Q11-Q13) eines Polstabes (Q1) auf einem darunter liegenden Träger (Q14) so angeordnet
sind, dass deren radial nach außen gerichteten Magnetflächen möglichst tangential zur Innen- und Außenseite
(TI, TA) des Trommelmantels (T1) ausgerichtet sind (Figuren 15 - 20).
- 20
13. Vorrichtung (C) zur Abscheidung von eisenhaltigen Teilen (M1, M2, M3) aus einem Materialgutstrom (M), mit
- einer Separationstrommel (T) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, und
 - Mitteln zur Zuführung des Materialgutstromes (M) auf den Trommelmantel (T1).
- 25
14. Vorrichtung (C) nach Anspruch 13, wobei die Mittel zur Zuführung des Materialgutstromes (M)
einen geschlossenen Fördergurt (G) aufweisen, der einen Aufschüttbereich (G1) für den Materialgutstrom (M) be-
reitet und unter Bildung eines Anhaftbereiches (G2) für eisenhaltige Teile (M1, M2, M3) um einen Bereich des
Trommelmantels (T1) geführt ist (Figuren 1, 2, Figuren 15, 16).
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

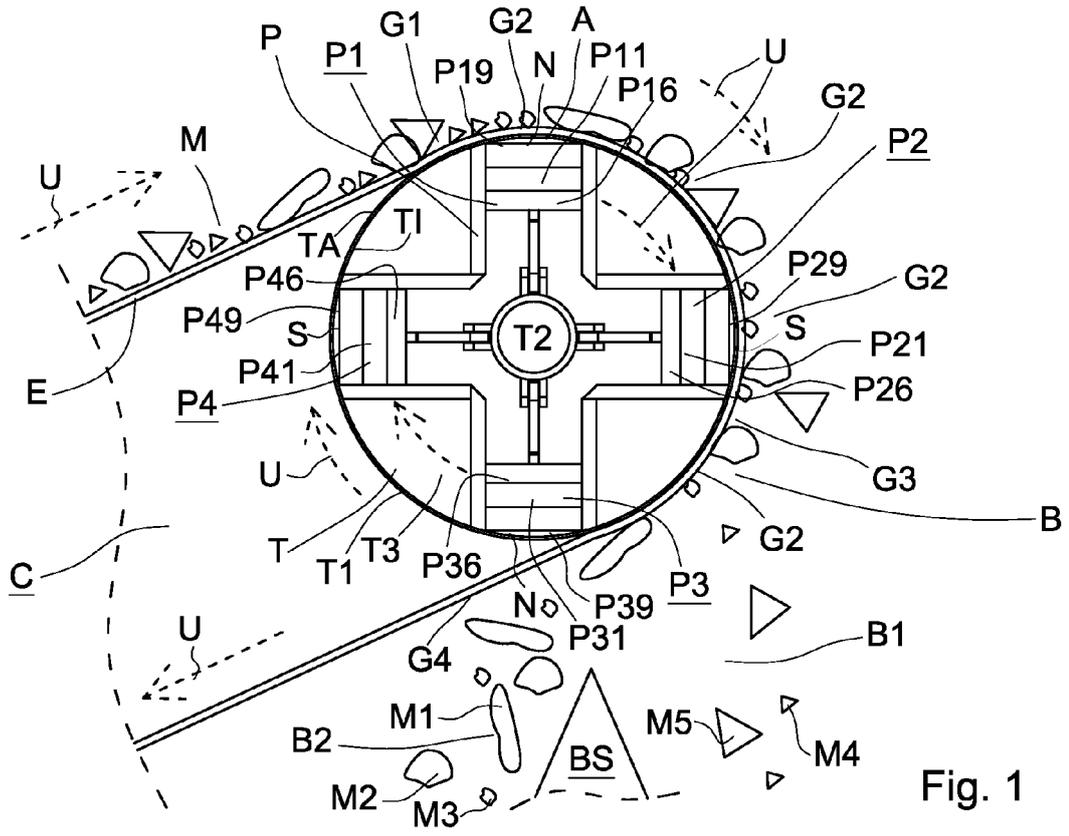


Fig. 1

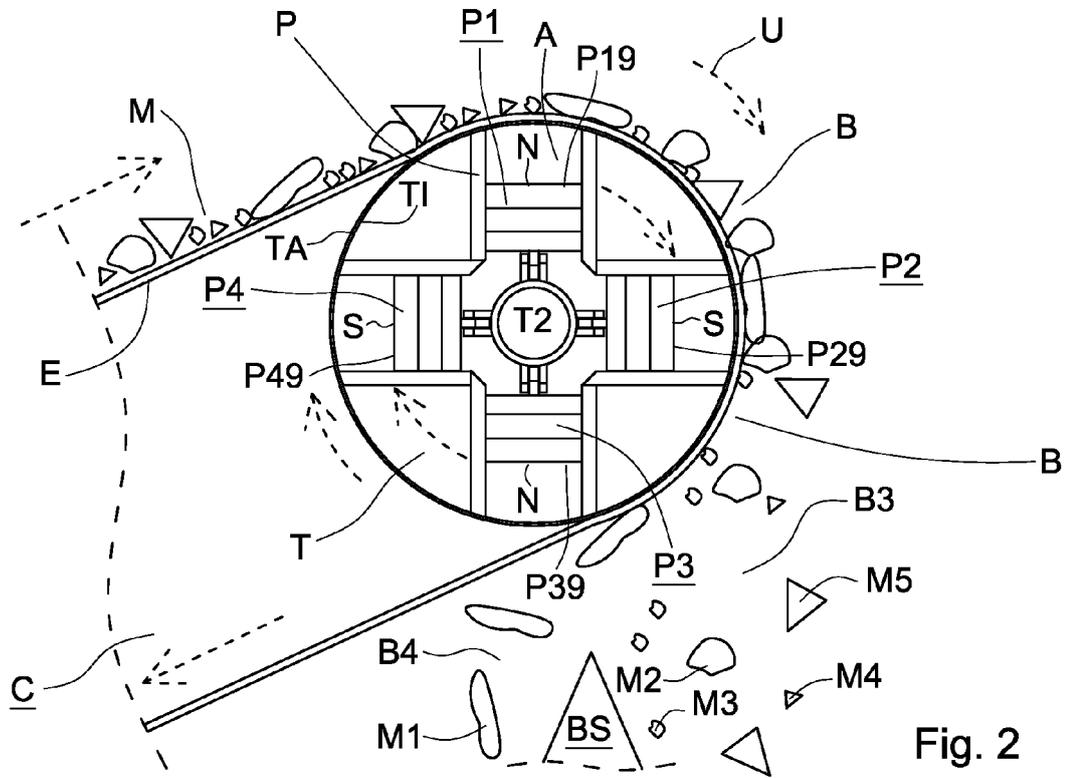


Fig. 2

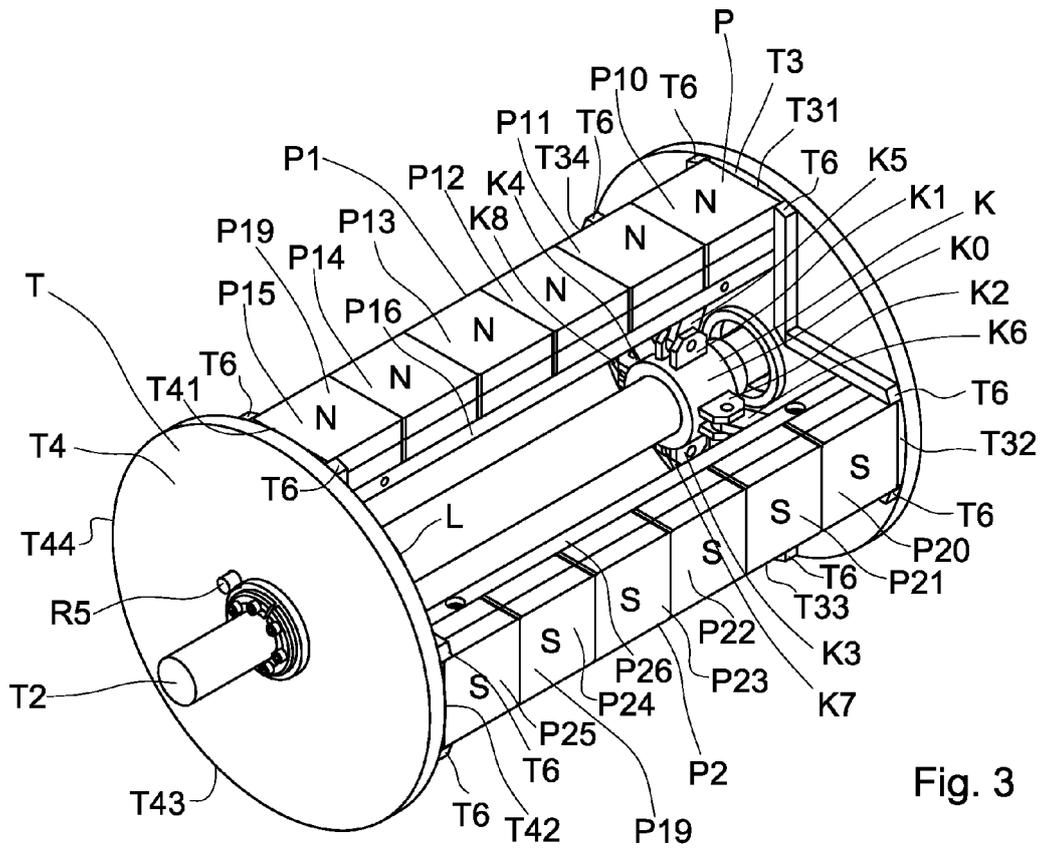


Fig. 3

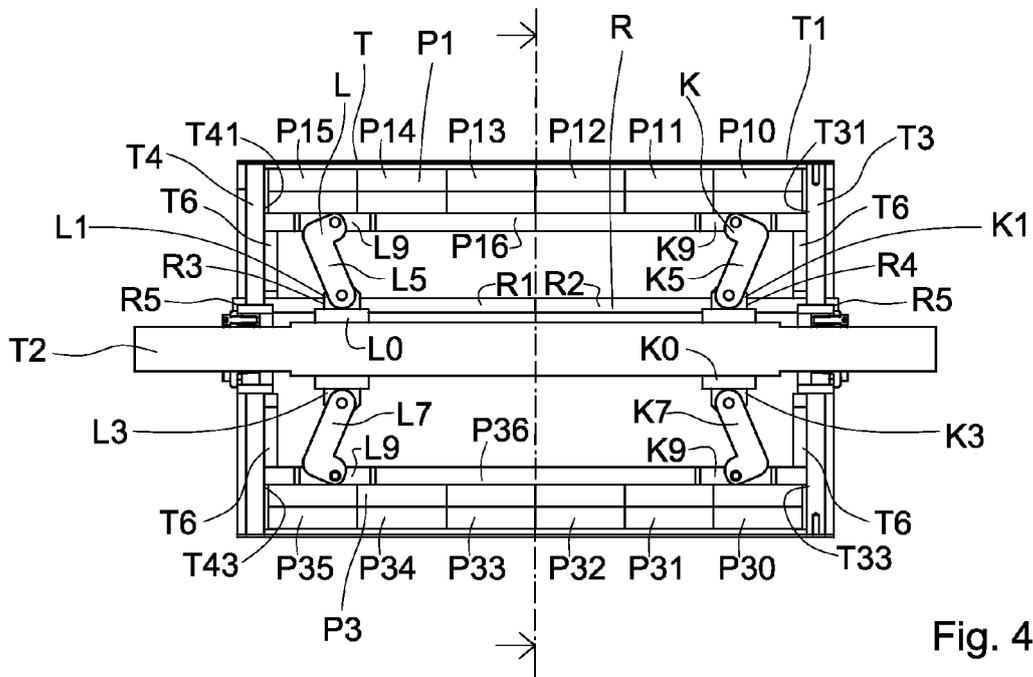


Fig. 4

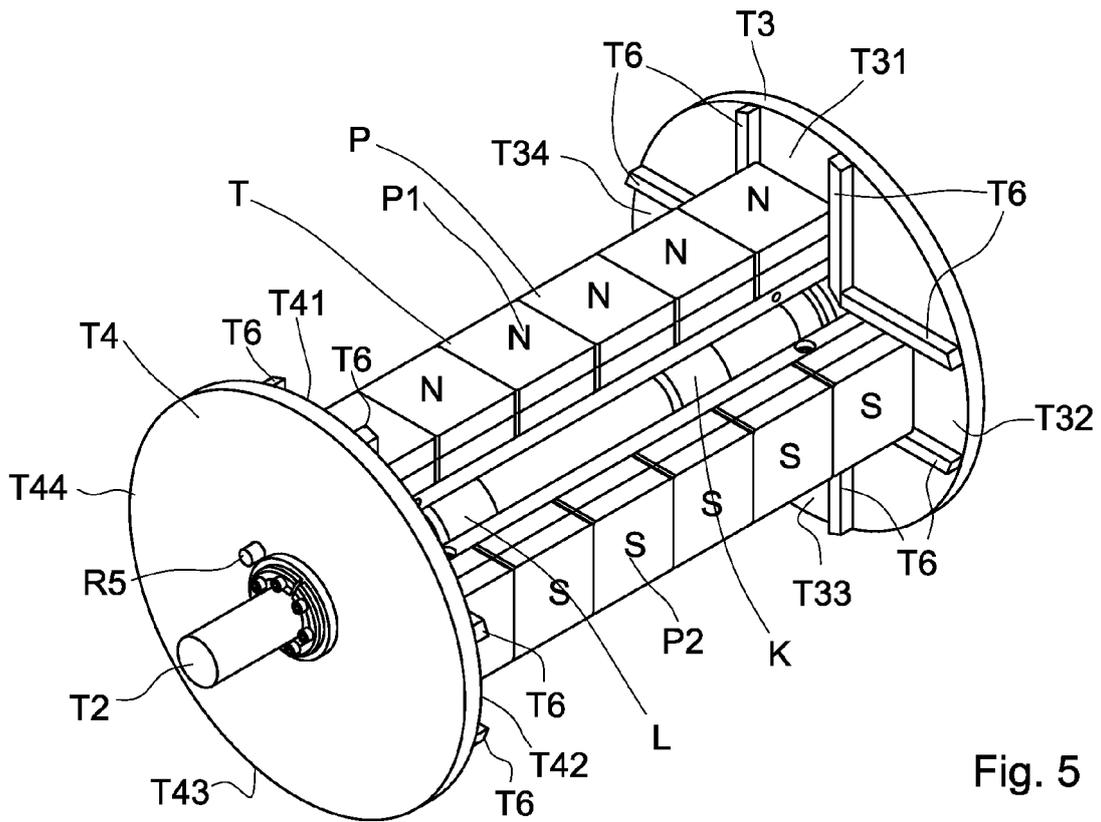


Fig. 5

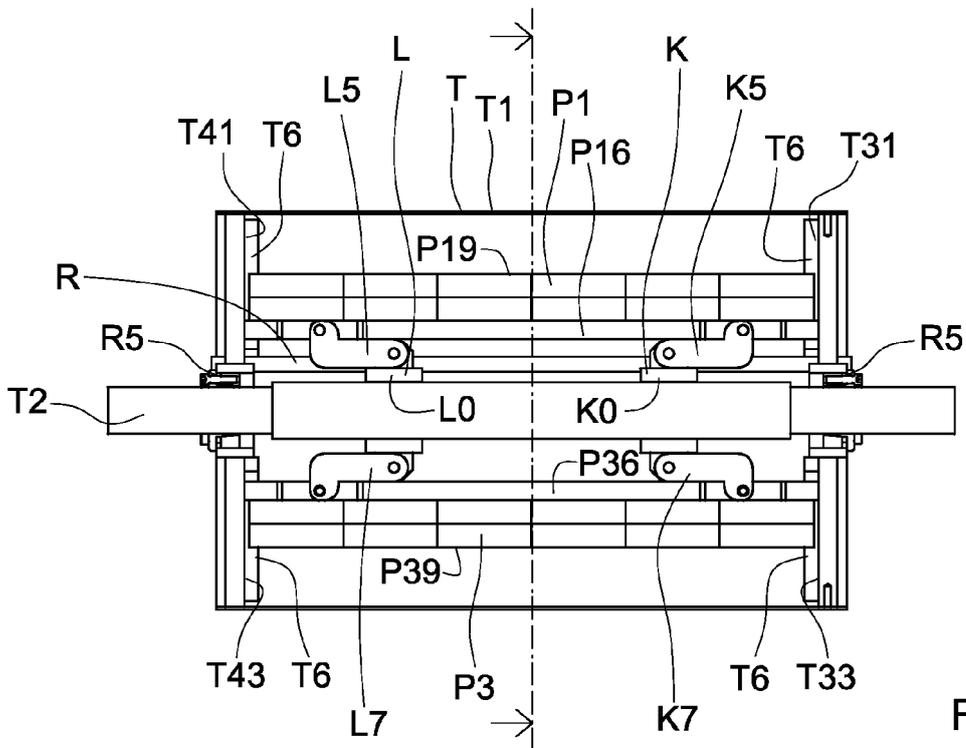


Fig. 6

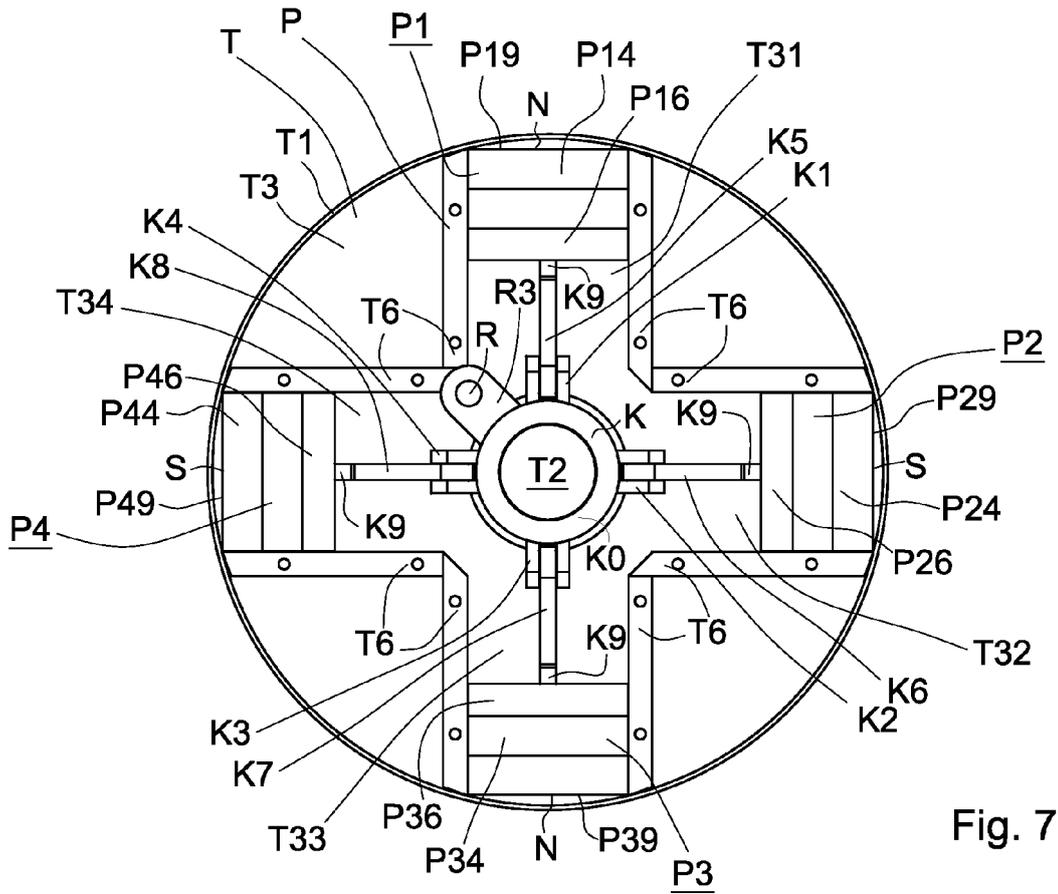


Fig. 7

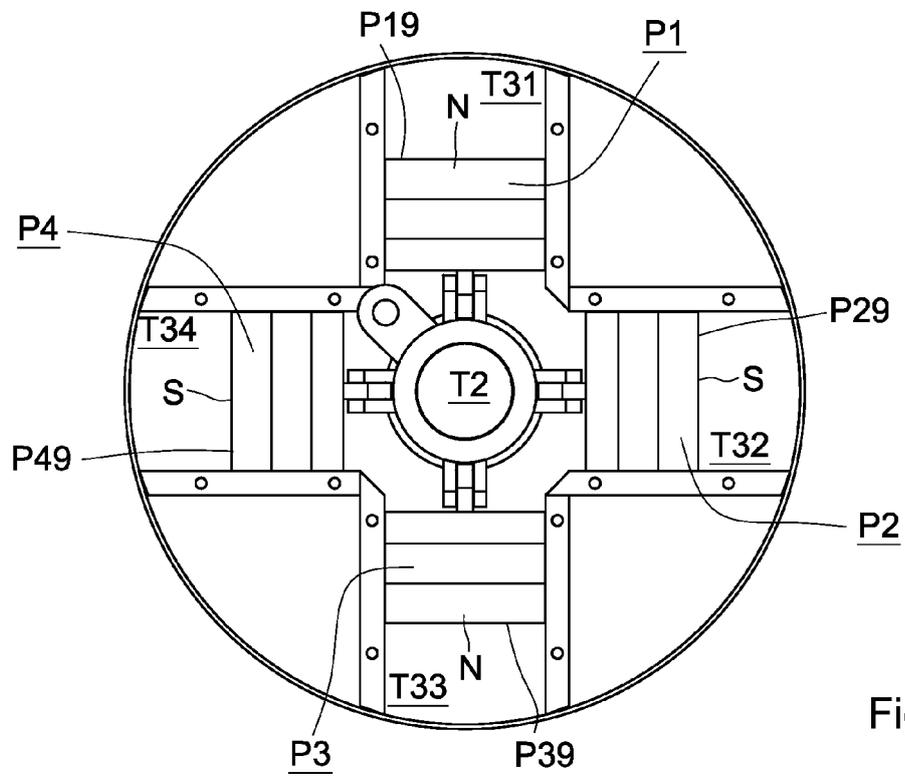


Fig. 8

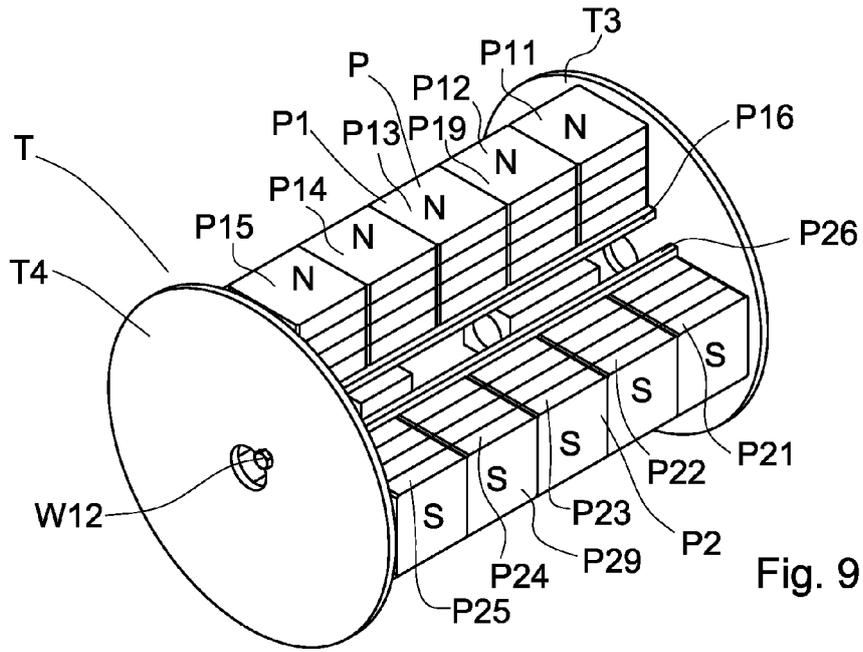


Fig. 9

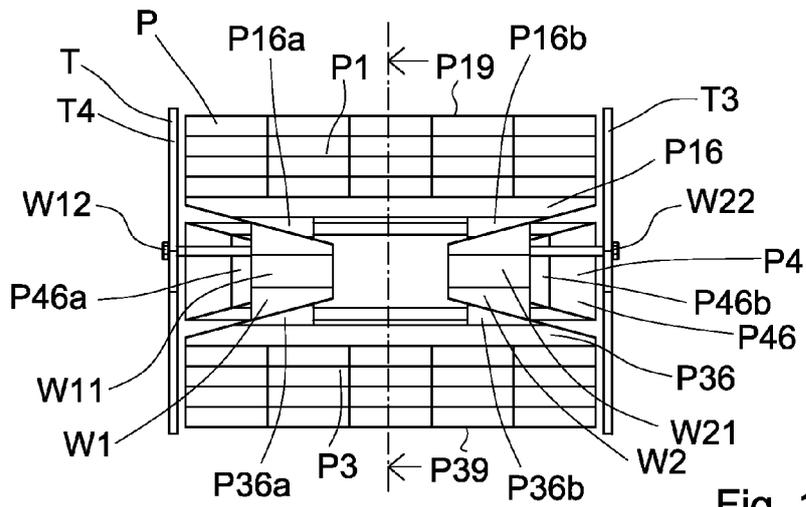


Fig. 10

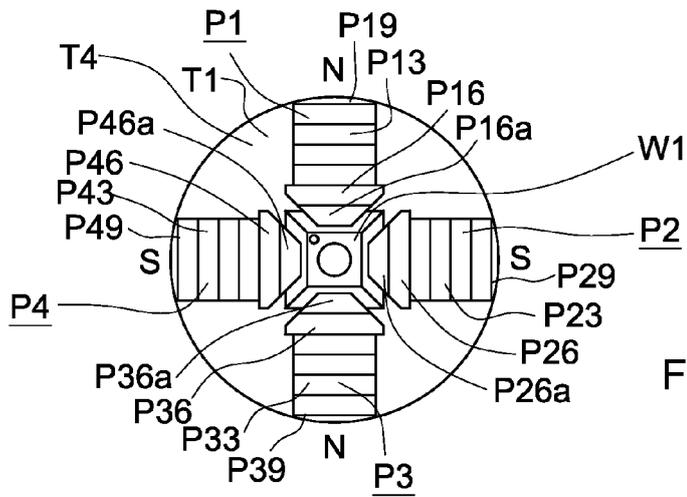


Fig. 11

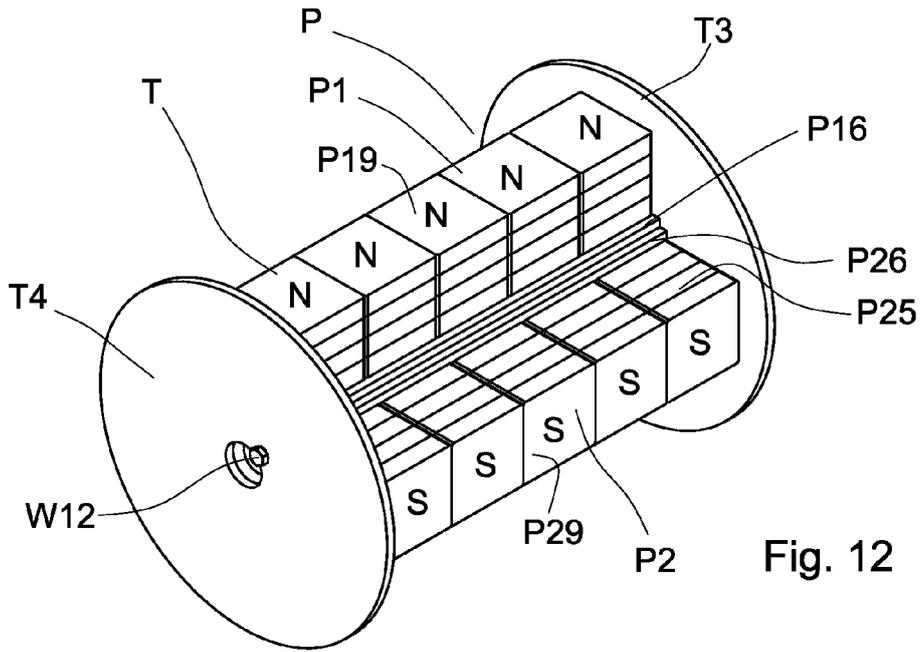


Fig. 12

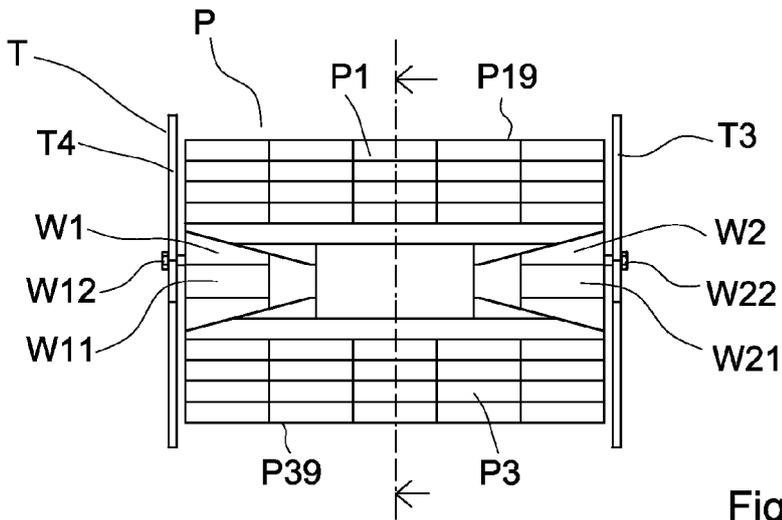


Fig. 13

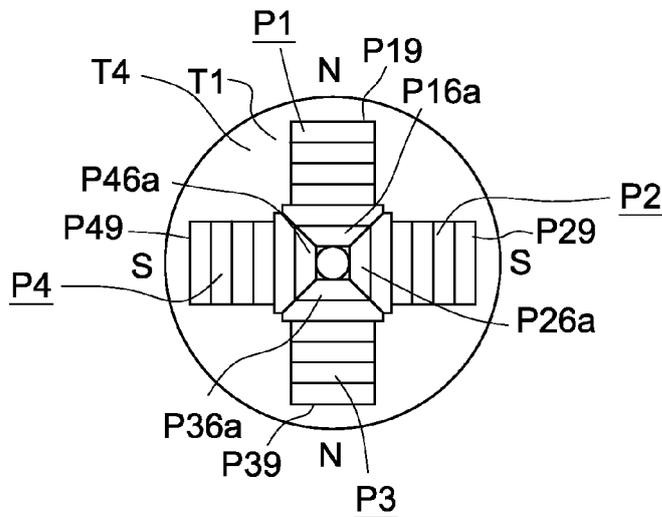


Fig. 14

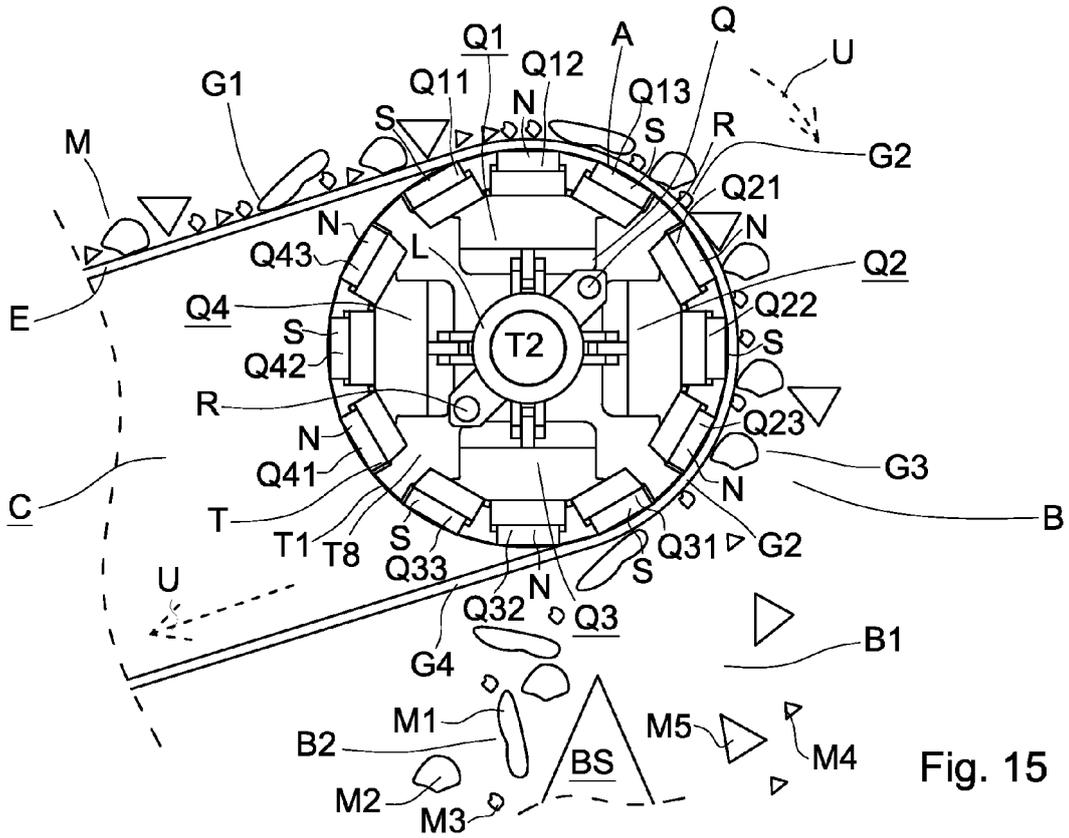


Fig. 15

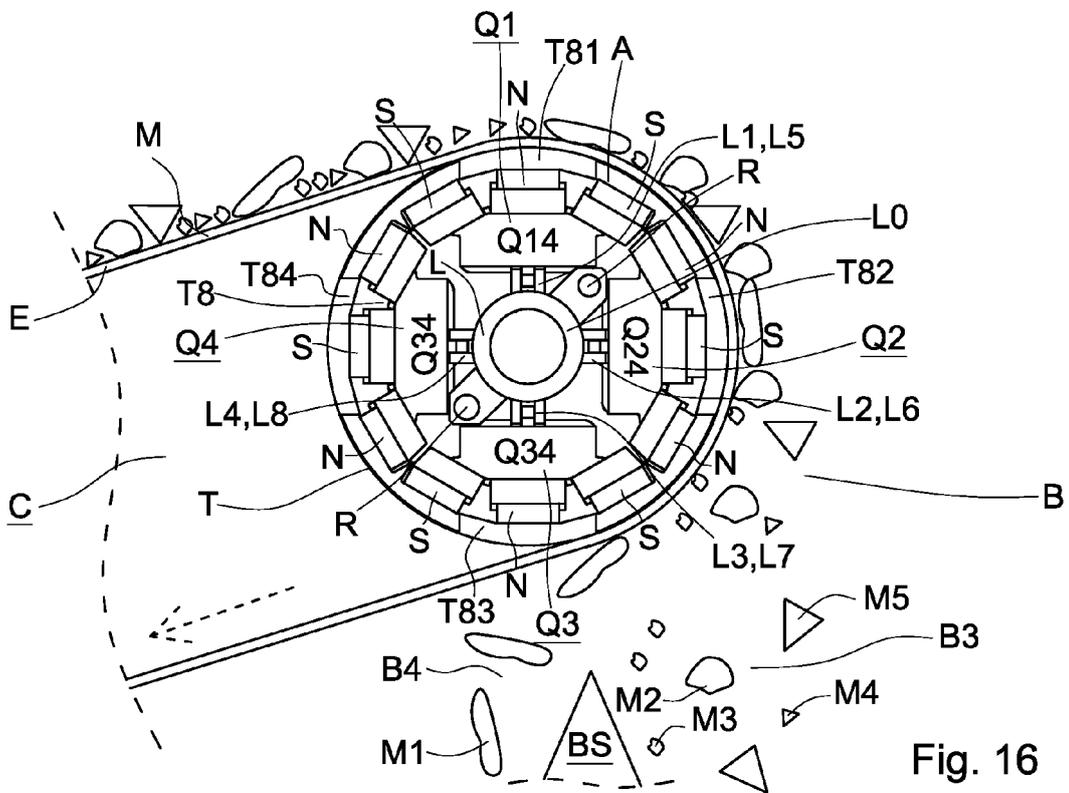


Fig. 16

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 5394991 A [0005]
- DE 268371 A [0010]
- DE 963322 B [0011]