

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 779**

51 Int. Cl.:

B03C 1/14 (2006.01)

B03C 1/033 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.10.2013 PCT/IB2013/059810**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14072892**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2013 E 13820934 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2908955**

54 Título: **Tambor electromagnético para la limpieza de chatarra ferromagnética de tamaño medio y grande**

30 Prioridad:
08.11.2012 IT MI20121902

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2017

73 Titular/es:
**SGM GANTRY S.P.A. (100.0%)
Via Leno, 2/D
25025 Manerbio, IT**

72 Inventor/es:
MOLTENI, DANILO

74 Agente/Representante:
DURÁN MOYA, Luis Alfonso

ES 2 625 779 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Tambor electromagnético para la limpieza de chatarra ferromagnética de tamaño medio y grande

5 La presente invención hace referencia a separadores magnéticos y, en concreto, a un tambor electromagnético para la limpieza de chatarra ferromagnética de tamaño medio y grande utilizada en plantas de acero.

10 Es conocido que la chatarra de diferente origen utilizada normalmente en plantas de acero contiene aproximadamente entre un 3 y un 12% de material no ferromagnético que está compuesto mayoritariamente por material pétreo, arena, caucho, plástico y varios metales tales como cobre, aluminio, bronce, latón, cinc, etc. que son altamente perjudiciales para la calidad del acero que se pretende fabricar a partir de dicha chatarra. Estos contaminantes provocan un aumento significativo en el consumo de energía, en el consumo de cal viva y en la generación de residuos, lo que resulta en una menor calidad y un mayor coste del acero así fabricado.

15 Actualmente es difícil cumplir los requisitos de las normas de la Unión Europea que definen los criterios según los cuales algunos tipos de chatarra metálica ya no son considerados residuos debido a que la chatarra que se utiliza puede ser de tamaño pequeño o grande, ligera o pesada, homogénea o no homogénea y, por lo tanto, un único separador magnético no puede funcionar de manera eficaz en diferentes tipos de chatarra.

20 En concreto, es difícil limpiar la chatarra más grande y pesada denominada habitualmente como CMP 1 o CMP 2 (siglas de la expresión chatarra de metal pesado) que consiste en material de cizalladura, de recuperación de ferrocarril o naval, chapas de embutición profunda, trozos de palanquillas, desbaste y vigas, etc. Este tipo de chatarra puede alcanzar un tamaño y un peso muy grandes del orden de varios quintales o incluso una tonelada.

25 Los tambores electromagnéticos conocidos utilizados para limpiar chatarra ferromagnética están fabricados normalmente con dos o tres polaridades longitudinales, es decir, que se prolongan principalmente en un plano paralelo al eje longitudinal del tambor, que son perpendiculares con respecto al flujo de alimentación del material ferromagnético mezclado del que se debe eliminar el material inerte. Un ejemplo habitual de un tambor bipolar de la técnica anterior se da a conocer en la Patente USA 2009/0159511 y se muestra en las figuras 5 y 6, que muestran un primer solenoide -21- bobinado alrededor de un primer cuerpo polar dotado de una zapata polar -22- relevante para formar una primera polaridad, que genera una fuerza magnetomotriz igual a aproximadamente 2/3 de la fuerza magnetomotriz total del tambor. Como consecuencia, el 1/3 restante es generado por la segunda polaridad formada por un segundo solenoide -23- bobinado sobre un segundo cuerpo con una zapata -24- relevante, mientras que en el caso de tambores de tres polos (por ejemplo, la Patente DE 2007529A1, figuras 2 y 3) la división es aproximadamente del 50% del total para la primera polaridad, del 30-35% para la segunda y del 15-20% para la tercera.

40 Ambos tambores de dos y tres polos están dotados asimismo de un cuerpo polar inactivo -25- adicional, de sección reducida y sin ningún solenoide bobinado sobre el mismo, que está dispuesto más allá de las polaridades activas (en el sentido de rotación del tambor) y únicamente tiene la función de cancelar el campo magnético para facilitar la liberación del material ferromagnético más ligero. El arco de funcionamiento del campo magnético CM generado por el tambor es normalmente de aproximadamente 180° en la dirección circunferencial, con el eje de atracción -a-a- correspondiente al eje de la mayor fuerza magnetomotriz, que es perpendicular al eje de rotación, y dispuesto en un ángulo α que varía entre los 15° y los 45°, dependiendo de los parámetros de diseño, con respecto al eje vertical -Y-Y- en el cuadrante III de un sistema de referencia cartesiano XY (en el ejemplo mostrado de rotación en dirección de las agujas del reloj centrado en el origen).

45 En este caso la zona de liberación de material está situada en el cuadrante I en el cuerpo polar de cancelación -25- y, durante el recorrido de aproximadamente 180° en la dirección circunferencial desde la zona de atracción a la zona de liberación, el material ferromagnético -26- atraído debe pasar a través de dos o tres polaridades sucesivas de signo opuesto. El cambio de polaridad se opone al avance del material ferromagnético -26-, como se entiende fácilmente asimismo debido a que el cambio de polaridad es de una polaridad más fuerte a una polaridad más débil; además, la gravedad también se opone al avance que tiene lugar en dirección ascendente.

55 La suma de estos efectos que se oponen al avance hace que este tipo de tambores electromagnéticos sean adecuados únicamente para chatarra ferromagnética homogénea de tamaño pequeño o mediano, tal como vehículos triturados (denominados "proler"), en los que el material inerte a eliminar está compuesto esencialmente por goma, plástico y metales no magnéticos de un tamaño similar y la mayor parte del material inerte -27- se elimina por caída libre en la zona de atracción.

60 La parte restante del material inerte -27-, generalmente más ligera y atrapada por el material ferromagnético -26-, es liberada durante el cambio de polaridad cuando el material ferromagnético -26- tiende a rodar, siendo esto posible debido a que en esta fase el avance del material -26- es debido al accionamiento mecánico llevado a cabo por las nervaduras longitudinales -28- aplicadas al cuerpo envolvente giratorio -29- del tambor. Estas nervaduras -28- deben elevar el material -26-, simultáneamente, en contra de la gravedad y superar la acción magnética opuesta al cambio de polaridad, aún así no pueden ser demasiado elevadas ya que, de lo contrario, impedirían la caída del material

inerte y terminarían arrastrando demasiado material haciendo que la acción de limpieza fuera ineficaz.

De lo anterior es fácilmente evidente que este tipo de tambor electromagnético no es adecuado para limpiar chatarra ferromagnética de tamaño medio o grande, dado que tiene, por lo menos, dos tipos de inconvenientes. Un primer inconveniente surge del hecho de que la chatarra que tiene dicho tamaño pasaría fácilmente sobre las nervaduras -28- durante el cambio de polaridad, apilándose en la zona de atracción hasta la captura del cuerpo envolvente -29-. Además, incluso en la presencia de nervaduras -28- mucho más elevadas, en la fase de cambio de polaridad mencionada anteriormente, el tambor requeriría un par de accionamiento considerable para hacer girar piezas que pesan incluso algunos quintales que deben superar la atracción de la polaridad más fuerte y ser arrastradas hacia arriba.

Otro tipo de tambor electromagnético conocido, mostrado en las figuras 7 y 8, proporciona por el contrario zapatas polares radiales que se prolongan perpendicularmente con respecto al eje longitudinal del tambor y, por tanto, paralelas al flujo de alimentación del material a tratar. En este caso, las zapatas polares radiales -31- están dispuestas perpendicularmente al eje longitudinal del tambor y los solenoides circulares -32- están interpuestos entre las zapatas polares radiales -31- y bobinados sobre los cuerpos polares radiales -33- que rodean coaxialmente el eje del tambor y están integrados con el mismo.

Otro tipo de tambor electromagnético adicional conocido se muestra en la Patente USA 2950008 que da a conocer un tambor con dos solenoides bobinados sobre los cuerpos polares respectivos dotados de zapatas polares dispuestas en los extremos distales de los mismos, teniendo cada solenoide un eje de solenoide perpendicular a un eje longitudinal central del tambor y prolongándose cada cuerpo polar en un plano perpendicular al eje del tambor.

Estos cuerpos polares están situados en posiciones intermedias entre un cuerpo polar central y dos cuerpos polares extremos que no tienen solenoides bobinados en los mismos ni zapatas polares dispuestas en los extremos distales de los mismos, constituyendo dichos cuerpos polares sin bobinar zonas de gran dispersión magnética. El campo magnético resultante es bastante irregular en la dirección longitudinal con valores en el polo central sin bobinar que son aproximadamente la mitad de los valores de los polos bobinados adyacentes.

Además, en el tambor dado a conocer en este documento, los polos están montados sobre una placa que está desplazada con respecto al centro del tambor en una posición más allá del eje del tambor resultando, de este modo, en un circuito ferromagnético más largo, con una dispersión más elevada. Esta posición de la placa de soporte se hace necesaria por el hecho de tener únicamente dos polos bobinados, con lo cual, para obtener un campo magnético mayor, los dos solenoides deben ser mayores, es decir, tener más vueltas y, por lo tanto, deben prolongarse más allá del plano medio del tambor.

Estos otros dos tipos de tambores son utilizados normalmente para una función opuesta con respecto a los tambores anteriormente descritos, es decir, para limpiar materiales inertes contaminados con material ferromagnético que representa una pequeña fracción del material a tratar.

Aunque en estos tipos de tambor el material ferromagnético no tiene que pasar a través de polaridades sucesivas de signo opuesto en su recorrido circunferencial alrededor del tambor y, por lo tanto, el par requerido no sería demasiado elevado, no obstante, no son adecuados para limpiar chatarra ferromagnética de tamaño medio o grande debido a, por lo menos, dos tipos de inconvenientes. En primer lugar, estos tipos de tambor requerirían un sobredimensionamiento significativo de las partes a utilizar para esta función, dado que están diseñadas para retirar pequeñas cantidades de material ferromagnético y, por lo tanto, resultarían costosos y voluminosos.

En segundo lugar, su forma constructiva es magnéticamente dispersiva y poco eficaz para realizar la función requerida en la zona activa, es decir, en la superficie del cuerpo envolvente giratorio. En concreto, en el tambor de la técnica anterior mostrado en las figuras 7, 8 dada la gran distancia entre los solenoides -32- y la zona activa del cuerpo envolvente -34- giratorio, se puede estimar la dispersión del campo magnético con dicha estructura del 50 al 60% (se debe observar que el eje de atracción correspondiente al eje con la mayor fuerza magnetomotriz en este caso coincide con el eje de rotación -r-r- del cuerpo envolvente -34-).

En otras palabras, con dichos tambores de la técnica anterior, el campo magnético y el gradiente del campo magnético son ambos insuficientes para atraer el material ferromagnético desde una distancia adecuada para determinar una zona de caída adecuada para el material inerte, y para arrastrar las piezas ferromagnéticas que pesan cientos de kilogramos y/o tienen un gran tamaño.

Por tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un tambor electromagnético que solucione los inconvenientes mencionados anteriormente. Este objetivo se consigue por medio de un tambor en el que los cuerpos polares central, intermedio y extremo tienen todos solenoides bobinados sobre los mismos y zapatas polares dispuestas en los extremos distales de los mismos, estando dispuestos todos dichos cuerpos polares en un mismo lado de un plano medio longitudinal del tambor, teniendo los solenoides sus ejes sustancialmente perpendiculares al eje longitudinal del tambor y prolongándose cada cuerpo polar principalmente en un plano sustancialmente perpendicular a dicho eje del tambor y sustancialmente paralelo a los planos de los demás cuerpos polares, de

manera que también el eje de atracción es perpendicular a dicho eje del tambor y no hay cambio de polaridad en la dirección circunferencial. Otras características ventajosas se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes.

Por lo tanto, la principal ventaja del tambor según la presente invención es la de proporcionar un campo magnético adecuado para arrastrar incluso chatarra ferromagnética muy grande y pesada con una dispersión muy baja del campo magnético, sin tener que hacer frente a cambios en la polaridad a lo largo del recorrido circunferencial y manteniendo el coste y el tamaño similares a los de los tambores convencionales. De este modo, es posible limpiar eficazmente incluso la chatarra CMP 1 y CMP 2, aumentando de este modo la calidad y disminuyendo el coste del acero fabricado a partir de dicha chatarra.

Estas y otras ventajas y características del tambor electromagnético según la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de una realización de la misma, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es una vista, en perspectiva, de los componentes internos del tambor con los dos solenoides eliminados en aras de la claridad;

la figura 2 es una vista, en perspectiva, del tambor con una parte eliminada;

la figura 3 es una vista, en sección transversal, del tambor que muestra sus parámetros geométricos;

la figura 4 es una vista, similar a la anterior, que muestra el funcionamiento del tambor; y

las figuras 5 a 8 muestran dos tipos de tambores convencionales como se ha explicado anteriormente.

Con referencia a las figuras 1 a 4, se puede observar que un tambor según la presente invención incluye convencionalmente una estructura -6-, en general cilíndrica, de material ferromagnético, dotada de una pluralidad de zapatas polares (cinco en la realización mostrada) que se prolongan principalmente en planos sustancialmente paralelos entre sí y perpendiculares al eje longitudinal del tambor, estando encerrada dicha estructura -6- dentro de un cuerpo envolvente -12- de material no ferromagnético que está montado con capacidad de giro coaxialmente alrededor de la estructura -6- y está dotado de nervaduras longitudinales -13-.

Un primer aspecto novedoso del presente tambor que lo distingue de los tambores de la técnica anterior descritos anteriormente reside en el hecho de que los cuerpos polares y los solenoides bobinados sobre los mismos están todos dispuestos en el mismo lado de un plano medio longitudinal del tambor, estando bobinados los solenoides sobre todos los cuerpos polares con sus ejes sustancialmente perpendiculares al eje longitudinal del tambor y teniendo cada cuerpo polar una zapata polar dispuesta en el extremo distal del mismo, prolongándose los cuerpos polares en un plano sustancialmente perpendicular a dicho eje del tambor y sustancialmente paralelos a los planos de los demás cuerpos polares.

Los cuerpos polares centrales -1a- tienen preferentemente una sección transversal magnética mayor que los cuerpos polares extremos -1b-, que tienen una sección transversal magnética reducida en un 40-45% con respecto a la anterior. La expresión "sección transversal magnética" se utiliza en este documento para indicar la sección transversal del elemento magnético (cuerpo polar, zapata polar, columna de circuito, etc.) que se cruza, sustancialmente en perpendicular, por las líneas de flujo del campo magnético.

En consecuencia, también los solenoides -2a- bobinados sobre los cuerpos polares centrales -1a- son más grandes que los solenoides -2b- bobinados en los cuerpos polares extremos -1b-, que proporcionan una fuerza magnetomotriz menor en un 25-35% con respecto a los anteriores, y las zapatas polares situadas sobre los cuerpos polares centrales -1a- son más grandes que las zapatas polares situadas sobre los cuerpos polares extremos -1b-, teniendo estas últimas zapatas polares una sección transversal magnética reducida en un 35-40% con respecto a las anteriores.

Más específicamente, en un segundo aspecto novedoso de la invención, cada zapata polar está compuesta por una primera parte -3a-, -3b- fijada directamente sobre el cuerpo polar -1a-, -1b- correspondiente, y por una segunda parte -4a-, -4b- fijada sobre dicha primera parte -3a-, -3b-. Esta última tiene forma de segmento circular y la segunda parte -4a-, -4b- tiene la forma de una placa calandrada que tiene un radio de curvatura correspondiente al radio de la superficie activa del tambor, es decir, la distancia entre el eje longitudinal del tambor y la superficie radialmente distal de dicha segunda parte, alrededor de la cual gira el cuerpo envolvente magnético -12- con una holgura del orden de 10 mm.

En la realización preferente mostrada en las figuras, los segmentos circulares -3a-, -3b- se prolongan a lo largo de un arco de aproximadamente 76° (figura 3, zona a), las placas curvas -4a-, -4b- cubren los segmentos circulares -3a-, -3b- y se prolongan más allá de los mismos en aproximadamente 34° en la dirección de rotación del cuerpo envolvente -12- (figura 3, zona b), y finalmente un cuerpo polar de cancelación -7- convencional está situado aproximadamente 15° más allá de las partes traseras de las zapatas polares (figura 3, zona c). Por tanto, el arco β

- de funcionamiento global es de aproximadamente $125^{\circ} \pm 5^{\circ}$, dividido en 70° - 80° de la zona a de la actividad máxima en la que cada zapata polar tiene una sección transversal magnética aproximadamente el doble de la sección transversal magnética del cuerpo polar correspondiente, 30° - 40° de la zona b de reducción progresiva del campo magnético en la que cada zapata polar tiene una sección transversal magnética preferentemente aproximadamente la misma que la del cuerpo polar correspondiente y 10° - 20° de la zona c en la que el campo magnético se cancela.
- La columna de circuito magnético que conecta las cinco polaridades incluye preferentemente una barra cuadrada central -8- de acero ferromagnético en cuyos extremos están formados unos bujes -9- dotados de asientos para cojinetes de rotación del cuerpo envolvente -12- y para abrazaderas de bloqueo para los soportes del tambor. En al menos una cara extrema de uno de los bujes -9- también se forma preferentemente un pasador -10- (por ejemplo, cuadrado) para ajustar la posición del campo magnético con respecto al eje vertical -Y-Y- (véase el ángulo γ de la figura 3).
- En dos lados opuestos de la barra cuadrada central -8- se fijan dos largueros -11a-, -11b- de acero ferromagnético para formar con dicha barra -8- un plano que tiene una anchura no menor que la longitud de los cuerpos polares -1a-, -1b-, una sección transversal magnética no inferior a la sección transversal magnética de los cuerpos polares extremos -1b-, y una longitud sustancialmente igual a la longitud de la estructura cilíndrica -6- que define la tabla activa del tambor magnético (orientativamente de 2 a 3 m de longitud para tambores de 1,5 a 1,8 m de diámetro).
- Se debe observar que el larguero -11a- dispuesto en el lado de la barra cuadrada -8- opuesta con respecto al lado en el que está situado el cuerpo polar de cancelación -7- es preferentemente más ancho que el otro larguero -11b- debido a que los cuerpos polares -1a-, -1b- no se prolongan simétricamente con respecto al eje de rotación del cuerpo envolvente -12- sino que sobresalen más en el lado más alejado del cuerpo polar de cancelación -7-.
- Los cinco solenoides -2a-, -2b- bobinados en los cuerpos polares -1a-, -1b- correspondientes están conectados preferentemente en serie y generan una fuerza magnetomotriz (con los porcentajes mencionados anteriormente) que determina un campo magnético y un gradiente de campo magnético correspondiente capaz de atraer, en la zona de funcionamiento, chatarra ferromagnética de cualquier factor de forma incluso desde una gran distancia cuando todavía está en la pendiente de alimentación -A-, que consiste preferentemente en un conducto vibratorio con una parte extrema en forma de peine.
- Las nervaduras -13- del cuerpo envolvente -12- son similares en altura a las nervaduras -28- de los tambores de la técnica anterior, preferentemente de aproximadamente 65 mm y, por tanto, no impiden la caída del material inerte en la zona de atracción dado que la distancia -d- entre el conducto vibratorio -A- y el cuerpo envolvente -12- del tambor es preferentemente de aproximadamente 250 mm (véase la figura 3).
- A la luz de la descripción anterior el funcionamiento simple y eficaz del tambor electromagnético según la presente invención se entenderá fácilmente.
- Las nervaduras -13- son suficientes para soportar el avance de chatarra ferromagnética de pequeño tamaño mientras que las piezas medianas y grandes que pesan desde algunos quintales a aproximadamente una tonelada son atraídas y retenidas en el cuerpo envolvente -12- por el campo magnético, sin ningún cambio de polaridad, hasta que son arrastradas a la zona de liberación más allá del arco de funcionamiento β , en el que ya han cruzado el eje vertical -Y-Y- y caen por gravedad. El par de resistencia del cuerpo envolvente -12- es descargado en los cojinetes cuyo coeficiente de rozamiento es obviamente bajo, por lo que el par de accionamiento requerido para el sistema motor no es excesivo.
- Las piezas de tamaño pequeño de material inerte caen a través de la parte en forma de peine en el extremo de la pendiente de alimentación -A-, mientras que los materiales inertes de mayor tamaño caen en el extremo de la pendiente -A- gracias a la distancia -d- del cuerpo envolvente -12-. Se debe observar que la parte en forma de peine tiene asimismo la función de soltar la tierra mezclada con óxido (óxido de hierro) antes de que alcance el extremo de la pendiente -A- en la que podría ser atraída por el tambor, mientras que la chatarra ferromagnética de pequeño tamaño es atraída normalmente por el tambor incluso desde la parte en forma de peine.
- Por tanto queda claro que este nuevo tipo de tambor electromagnético es adecuado para atraer y arrastrar chatarra ferromagnética de cualquier tamaño y con un peso en el intervalo de aproximadamente 0,01 a 1000 kg, por lo que puede limpiar de modo eficaz cualquier tipo de chatarra ferromagnética adecuada para ser cargada en un horno de fusión de una acería.
- Queda claro que la realización anteriormente descrita y mostrada del tambor según la invención es sólo un ejemplo susceptible de varias modificaciones. En concreto, varios parámetros tales como el número de polaridades, las relaciones dimensionales entre los diversos componentes, el número y tamaño de las nervaduras -13-, así como la extensión del arco de funcionamiento β pueden cambiar según las necesidades de fabricación específicas siempre que se mantenga la estructura general del tambor.

REIVINDICACIONES

1. Tambor electromagnético para un separador magnético que comprende una estructura (6), en general cilíndrica, de material ferromagnético dotada de una pluralidad de solenoides (2a, 2b) bobinados sobre los cuerpos polares (1a, 1b) que tienen zapatas polares dispuestas en el extremo radialmente distal de los mismos, teniendo cada solenoide (2a, 2b) un eje de solenoide sustancialmente perpendicular a un eje longitudinal central del tambor y prolongándose cada cuerpo polar (1a, 1b) en un plano sustancialmente perpendicular a dicho eje del tambor y sustancialmente paralelo a los planos de los demás cuerpos polares (1a, 1b), estando encerrada dicha estructura cilíndrica (6) dentro de un cuerpo envolvente (12) cilíndrico de material no magnético que está montado con capacidad de giro coaxialmente alrededor de la estructura cilíndrica (6) y está dotado de nervaduras longitudinales (13), estando dispuesto un cuerpo polar (7) adicional, sin un solenoide bobinado sobre el mismo que únicamente sirve para el propósito de cancelar el campo magnético, más allá de dichos solenoides (2a, 2b) en la dirección de rotación de dicho cuerpo envolvente (12) en un plano sustancialmente perpendicular a los planos de los cuerpos polares (1a, 1b), **caracterizado por que** incluye cuerpos polares central (1a) y extremo (1b), teniendo todos solenoides (2a, 2b) bobinados sobre los mismos y zapatas polares dispuestas en los extremos radialmente distales de los mismos y **por que** dichos cuerpos polares (1a, 1b) y los solenoides (2a, 2b) bobinados sobre los mismos están todos dispuestos en un mismo lado de un plano medio longitudinal del tambor.
2. Tambor, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los cuerpos polares centrales (1a) tienen una sección transversal magnética mayor que la de los cuerpos polares extremos (1b) en los que la sección transversal magnética es la sección transversal que se cruza sustancialmente en perpendicular por las líneas de flujo del campo magnético, y los solenoides (2a) bobinados sobre los cuerpos polares centrales (1a) son más grandes que los solenoides (2b) bobinados sobre los cuerpos polares extremos (1b).
3. Tambor, según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los cuerpos polares extremos (1b) tienen una sección transversal magnética reducida en un 40-45% con respecto a los cuerpos polares centrales (1a) en los que la sección transversal magnética es la sección transversal que se cruza sustancialmente en perpendicular por las líneas de flujo del campo magnético.
4. Tambor, según la reivindicación 2, **caracterizado por que** los solenoides (2b) bobinados sobre los cuerpos polares extremos (1b) son adecuados para proporcionar una fuerza magnetomotriz menor en un 25-35% con respecto a los solenoides (2a) bobinados sobre los cuerpos polares centrales (1a).
5. Tambor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los cuerpos polares centrales (1a) tienen zapatas polares más grandes que los cuerpos polares extremos (1b).
6. Tambor, según la reivindicación 5, **caracterizado por que** las zapatas polares de los cuerpos polares extremos (1b) tienen una sección transversal magnética reducida en un 35-40% con respecto a las zapatas polares de los cuerpos polares centrales (1a) en los que la sección transversal magnética es la sección transversal que se cruza sustancialmente en perpendicular por las líneas de flujo del campo magnético.
7. Tambor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada zapata polar está compuesta por una primera parte (3a, 3b) en forma de segmento circular y fijada directamente sobre el cuerpo polar (1a, 1b) correspondiente, y por una segunda parte (4a, 4b) fijada sobre dicha primera parte (3a, 3b) y en forma de una placa calandrada que tiene un radio de curvatura correspondiente a la distancia entre el eje longitudinal del tambor y la superficie radialmente distal de dicha segunda parte (4a, 4b).
8. Tambor, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** los segmentos circulares (3a, 3b) se prolongan a lo largo de un arco de 70° - 80° , prolongándose las placas curvas (4a, 4b) que cubren dichos segmentos circulares (3a, 3b) más allá de los mismos unos 30° - 40° en la dirección de rotación del cuerpo envolvente (12) y el cuerpo polar (7) adicional para cancelar el campo magnético está situado 10° - 20° más allá de dichas placas curvas (4a, 4b).
9. Tambor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la pluralidad de cuerpos polares (1a, 1b) están conectados a través de una columna de circuito magnético que tiene una anchura no menor que la longitud de dichos cuerpos polares (1a, 1b), una sección transversal magnética no menor que la sección transversal magnética de los cuerpos polares extremos (1b) en los que la sección transversal magnética es la sección transversal que se cruza, sustancialmente en perpendicular, por las líneas de flujo del campo magnético, y una longitud sustancialmente igual a la longitud de la estructura cilíndrica (6).
10. Tambor, según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la columna de circuito magnético está compuesta por una barra cuadrada central (8) en cuyos extremos están formados bujes (9) dotados de asientos para cojinetes de rotación del cuerpo envolvente (12) y por abrazaderas de bloqueo para los soportes del tambor, y dos largueros laterales (11a, 11b) están dispuestos en los lados opuestos de dicha barra cuadrada central (8).
11. Tambor, según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el larguero (11a) dispuesto en el lado más alejado del cuerpo polar de cancelación (7) es más ancho que el otro larguero (11b).

12. Tambor, según la reivindicación 10, **caracterizado por que** en al menos una cara extrema de uno de los bujes (9) se forma un pasador (10) para ajustar la posición del campo magnético.
- 5 13. Tambor, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los solenoides (2a, 2b) están conectados en serie.
- 10 14. Separador magnético que comprende un tambor electromagnético, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** incluye, además, una pendiente (A) para alimentar el material a tratar que está compuesta por un conducto vibrante con una parte extrema en forma de peine que está separada sustancialmente 250 mm del cuerpo envolvente (12) del tambor, teniendo las nervaduras (13) de dicho cuerpo envolvente (12) sustancialmente 65 mm de altura.

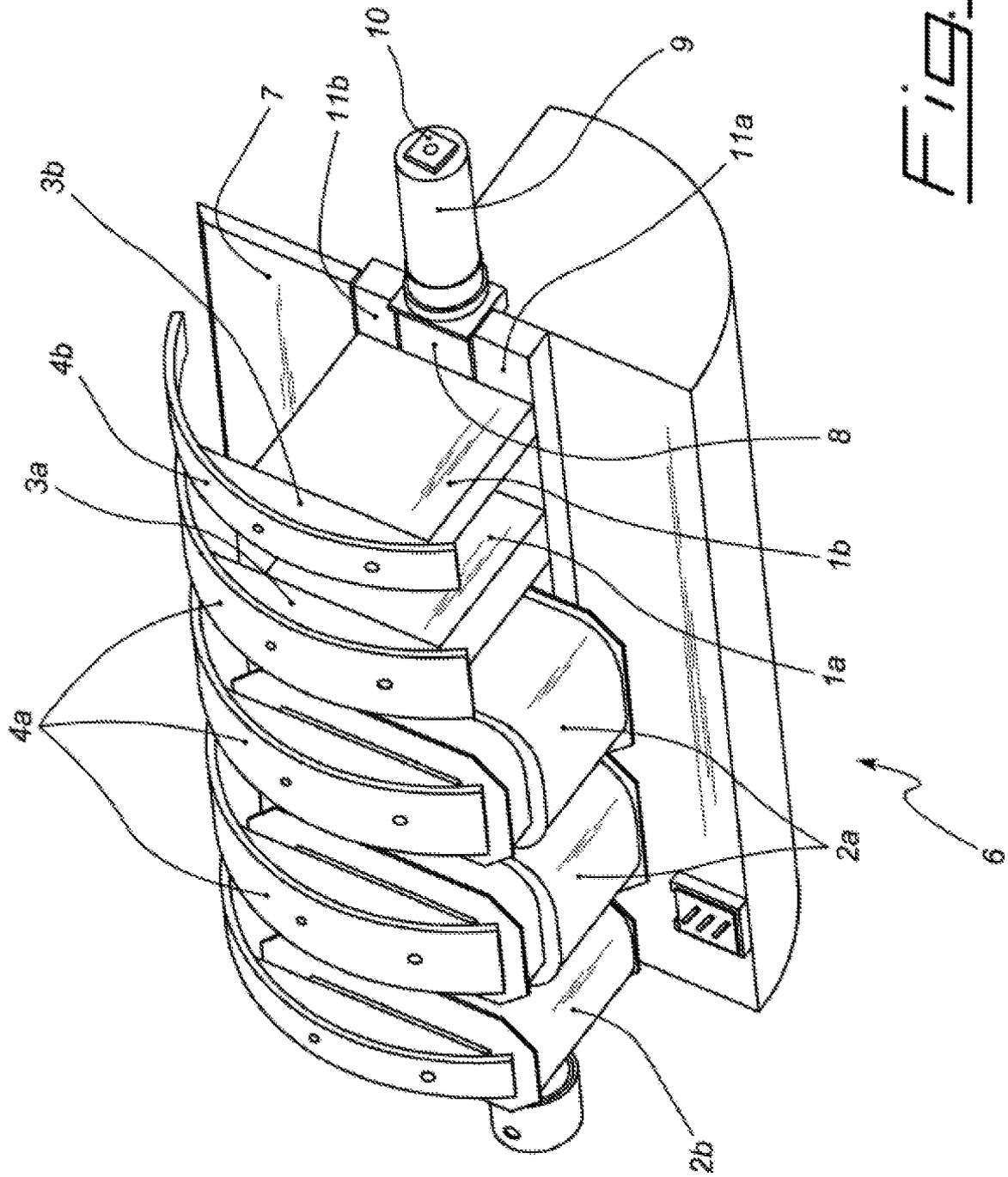


Fig. 1

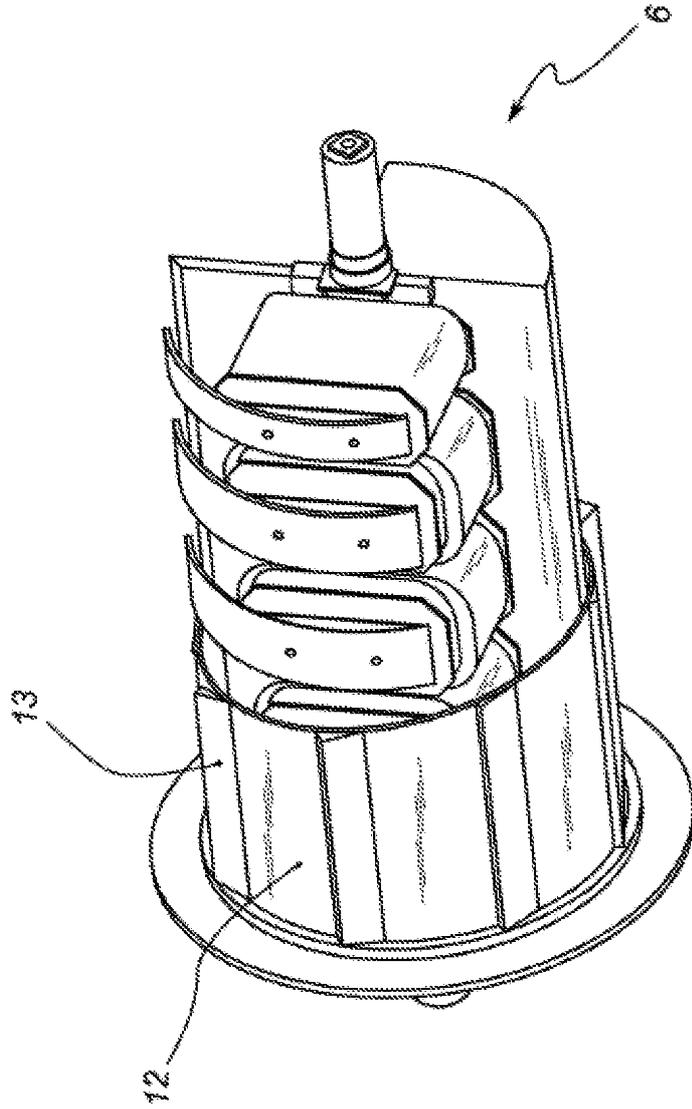


FIG. 2

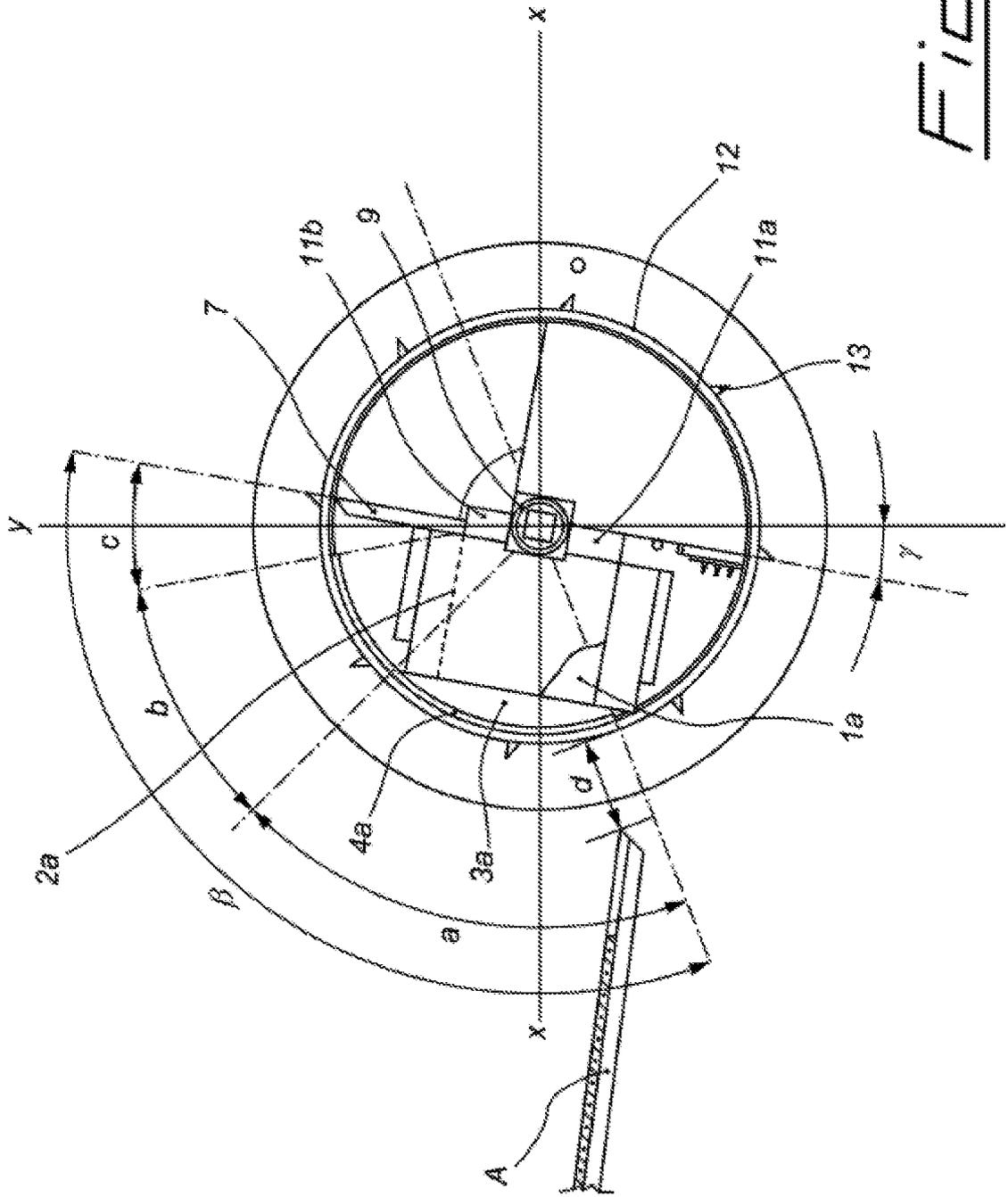


Fig. 3

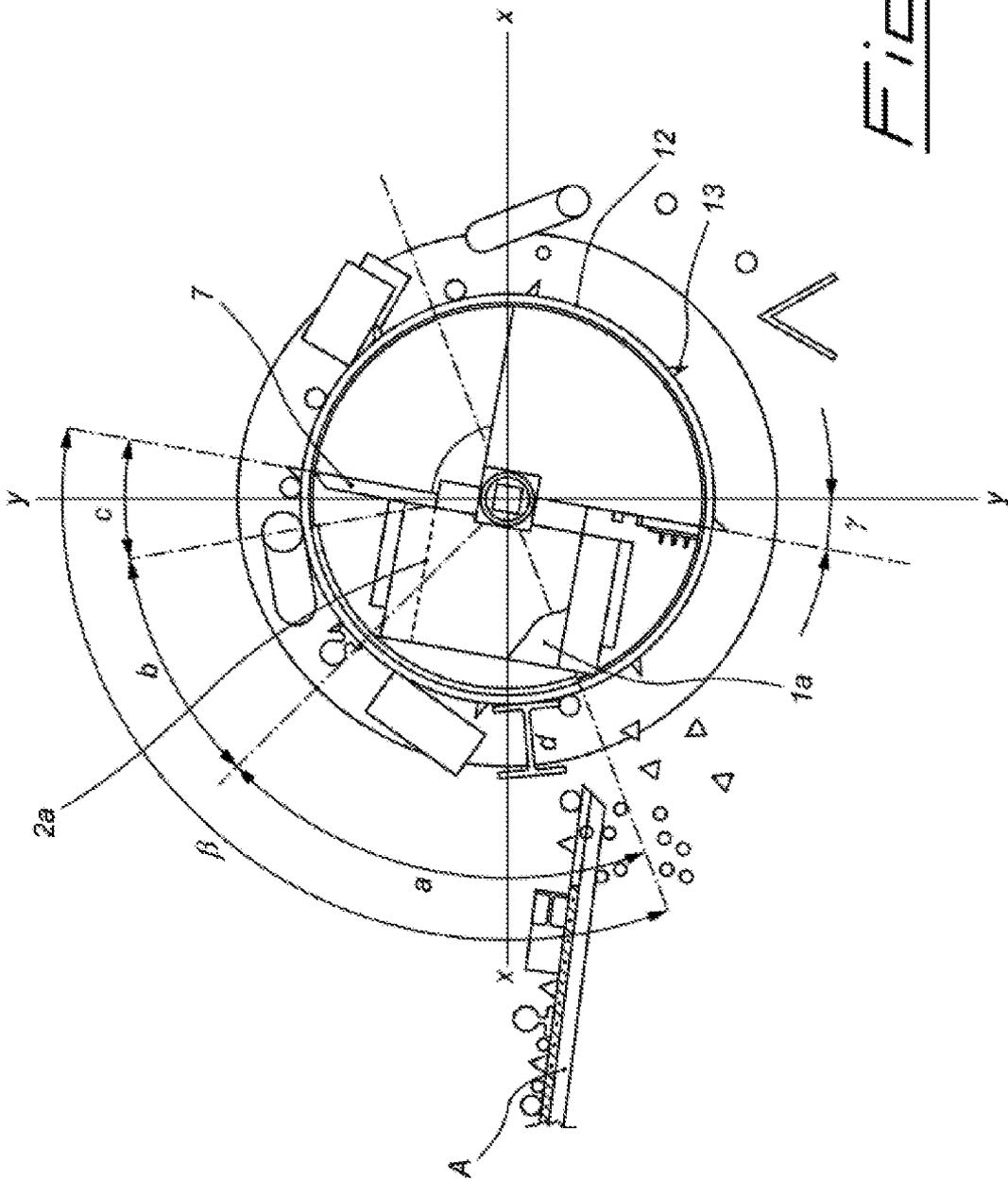


Fig. 4

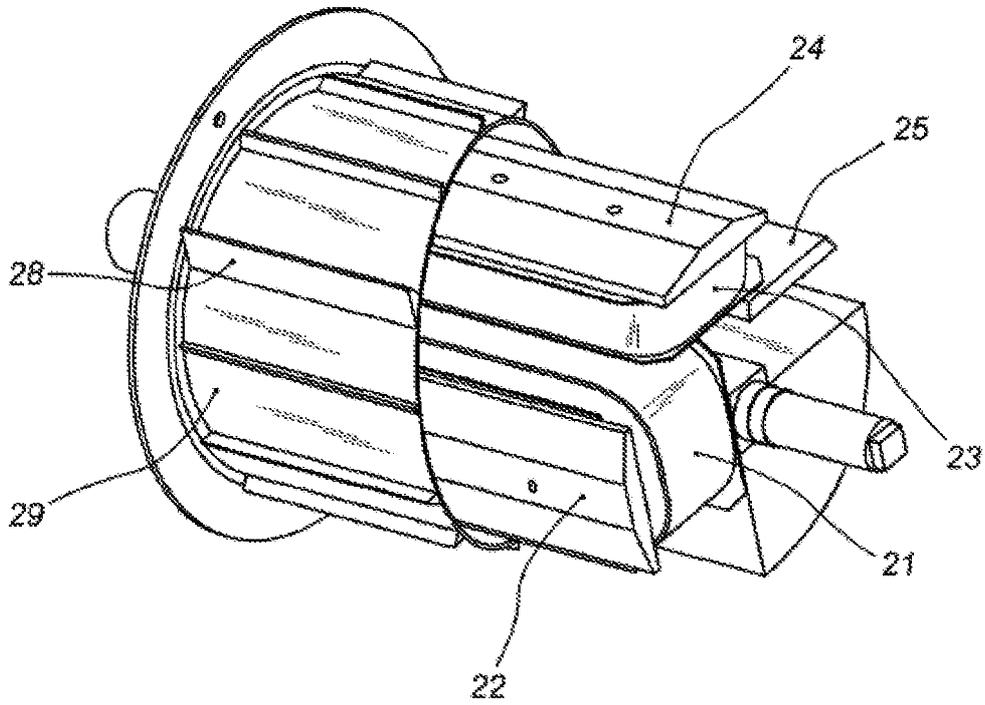


Fig. 5

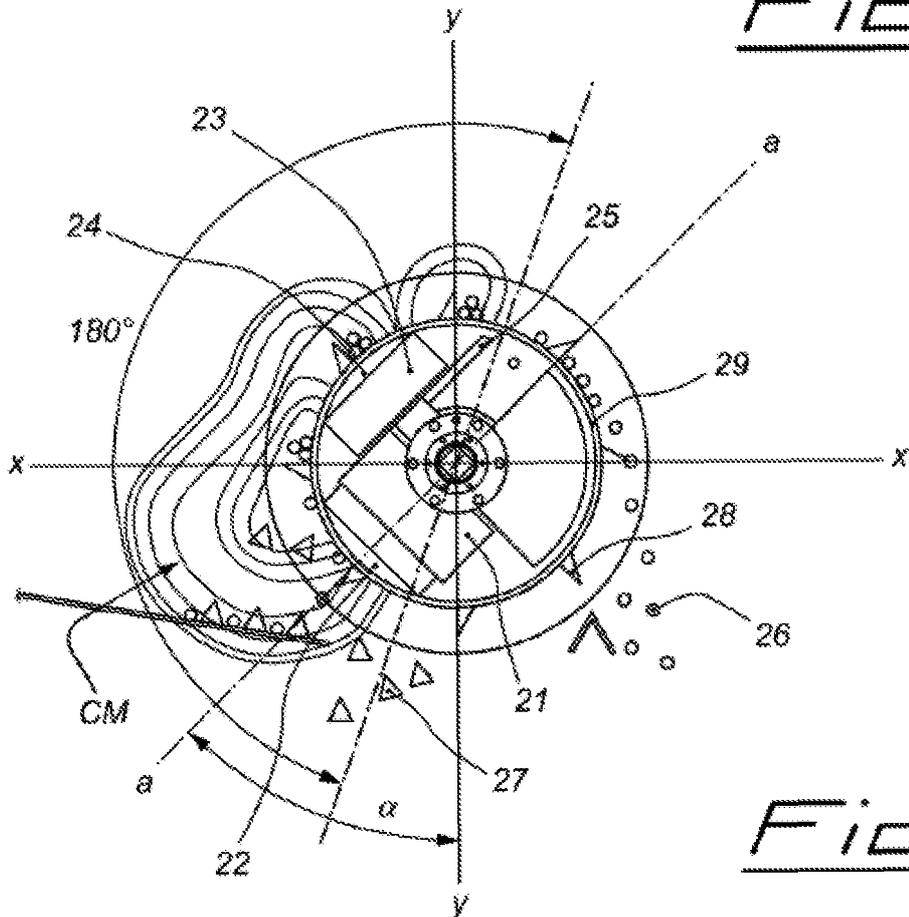


Fig. 6

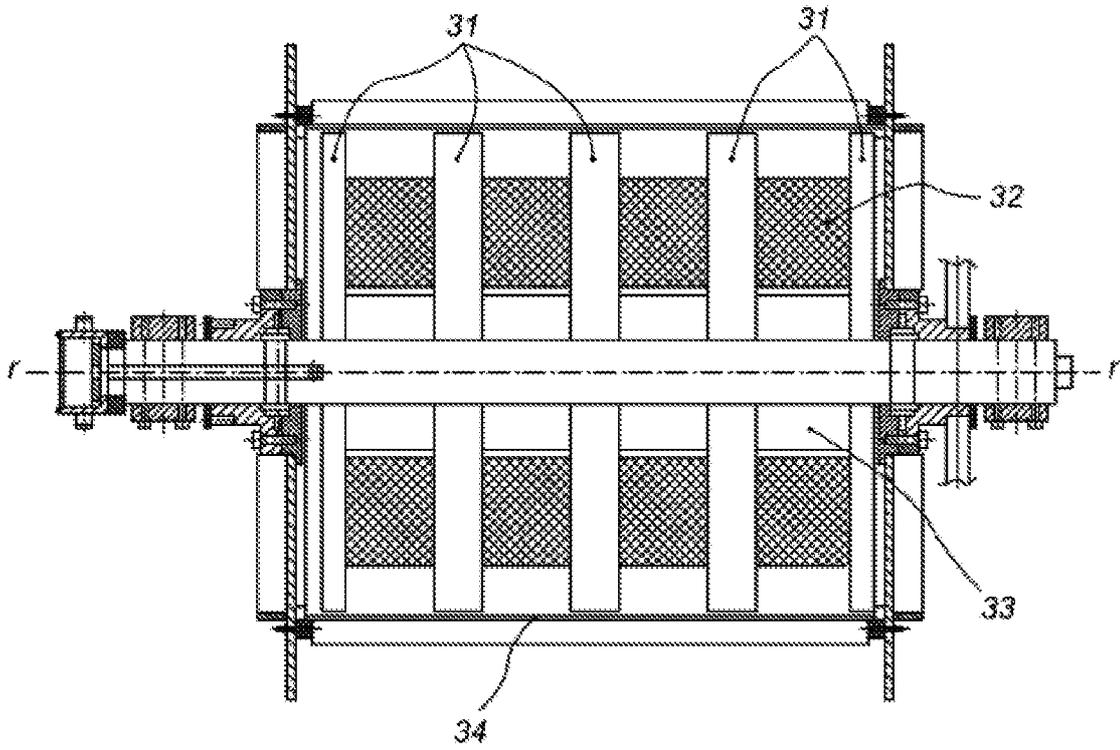


Fig. 7

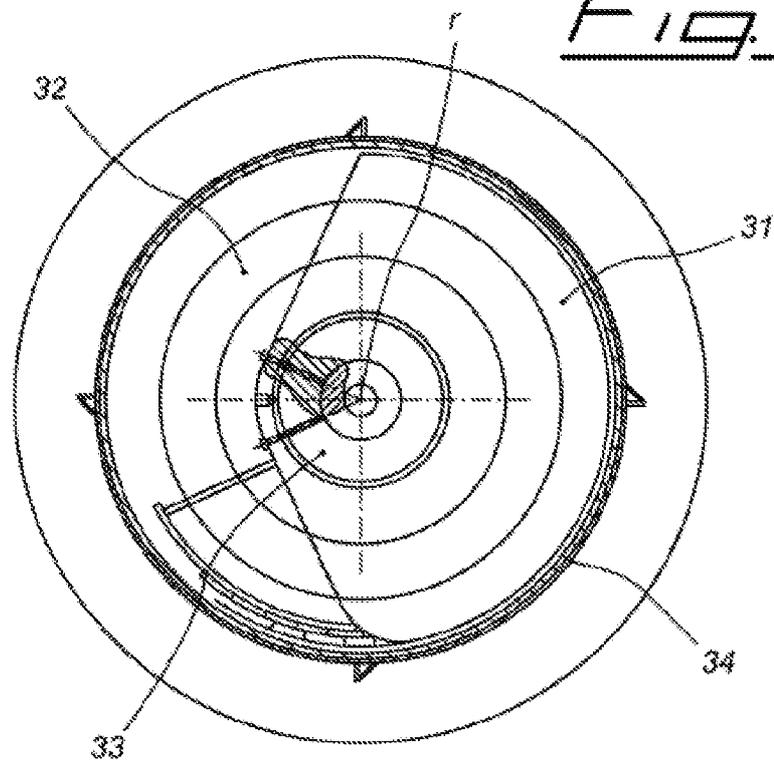


Fig. 8