(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 360 659**

(51) Int. Cl.:
B01D 21/26 (2006.01)
E02B 3/02 (2006.01)
F03B 11/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **09165613 .2**
(96) Fecha de presentación : **16.07.2009**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2147710**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **27.01.2010**

(54) Título: **Dispositivo de separación de partículas sólidas del agua e instalación hidráulica que comprende un dispositivo de este tipo.**

(30) Prioridad: **18.07.2008 FR 08 54902**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2011

(73) Titular/es: **ALSTOM HYDRO FRANCE**
3 avenue André Malraux
92300 Levallois Perret, FR

(72) Inventor/es: **Prigent, Serge**

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de separación de partículas sólidas del agua e instalación hidráulica que comprende un dispositivo de este tipo.

La invención se refiere a un dispositivo de separación de partículas sólidas y del agua de una corriente así como a una instalación de conversión de energía que comprende un dispositivo de este tipo.

En el ámbito de las instalaciones de conversión de energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica, se conoce alimentar una máquina hidráulica, tal como una turbina, con una corriente de agua que interacciona con los álabes o las palas de la turbina. En función de las condiciones meteorológicas y de la naturaleza del suelo que atraviesa, esta corriente puede estar más o menos cargada de partículas sólidas, por ejemplo de granos de arena, que desgastan las partes de la máquina con las cuales la corriente entra en contacto.

Para retener o separar estas partículas sólidas del agua de la corriente, se conocen diversos dispositivos. Se trata especialmente de represas y depósitos de sedimentación, de rejillas de filtración y de túnel de desarenado. Un túnel de desarenado es un conducto dispuesto en el subsuelo y en el cual la corriente destinada a alimentar una máquina hidráulica progresa a velocidad relativamente lenta, lo que permite que al menos una parte de las partículas sólidas contenidas en la corriente en entrada se depositen en una rejilla de fondo del túnel, por sedimentación. Habida cuenta de la velocidad de sedimentación de estas partículas, es necesario que el túnel sea largo, especialmente de una longitud superior a 150 metros, y que presente una sección transversal de área suficiente para reducir la velocidad de la corriente a un nivel compatible con la velocidad de sedimentación. Resultan así importantes trabajos de ingeniería civil que aumentan otro tanto los costes de puesta en servicio y los costes de explotación de una instalación hidráulica conocida. Además, tales túneles de desarenado son poco eficaces en la medida en que el contenido en partículas sólidas solamente se reduce aproximadamente un 50% después del paso de una corriente por un dispositivo de este tipo.

Estos inconvenientes son a los que la invención pretende poner remedio de modo más particular, proponiendo un nuevo dispositivo de separación gracias al cual se puedan separar eficazmente partículas sólidas del agua de una corriente al tiempo que se reduzca sensiblemente su volumen con respecto a un túnel de desarenado y se mejore su eficacia.

A tal efecto, la invención se refiere a un dispositivo de separación de partículas sólidas y del agua de una corriente de alimentación de una máquina hidráulica de tipo turbina, bomba o turbina-bomba, comprendiendo este dispositivo una zona de entrada de la corriente y una zona de salida de la corriente desplazadas a lo largo de un eje de progresión de la corriente en el dispositivo. Este dispositivo está caracterizado porque comprende varios conductos dispuestos en paralelo cada uno con una embocadura y una extremidad aguas abajo, entre la zona de entrada y la zona de salida, porque cada conducto presenta, en corte perpendicular al eje de progresión, una sección en forma de espiral con un radio de curvatura creciente de la embocadura hacia la extremidad aguas abajo o de la extremidad aguas abajo hacia la embocadura, porque cada conducto presenta un espesor, tomado según una dirección globalmente radial con respecto al citado eje de progresión, inferior al 10% de la anchura de este conducto, tomada paralelamente a este eje, y porque cada conducto está equipado, en la salida, con un separador de flujo apto para separar una primera porción de una corriente unitaria que circula por este conducto, fuertemente cargada de partículas sólidas por efecto centrífugo, de una segunda porción de esta corriente, que está menos cargada de partículas sólidas.

Gracias a la invención, los diferentes conductos de sección en forma de espiral, permiten utilizar la fuerza centrífuga para separar las partículas sólidas del agua de la corriente, y su espesor, pequeño comparado con su anchura, es compatible con un tiempo de sedimentación relativamente corto que resulta de la velocidad adquirida por la corriente en cada espiral. La forma de los diferentes conductos permite tratar un caudal de corriente elevado compatible con la alimentación de una máquina hidráulica de gran potencia. Además, la estructura del dispositivo, con varios conductos dispuestos en paralelo, permite que este dispositivo sea compacto, lo que disminuye los trabajos de ingeniería civil y sus costes asociados.

De acuerdo con aspectos ventajosos pero no obligatorios de la invención, un dispositivo de este tipo puede incorporar una o varias de las características siguientes:

- El espesor de cada conducto es inferior al 5%, preferentemente inferior al 1%, de la anchura de este conducto.

- El espesor de cada conducto tiene un valor inferior a 100 mm, preferentemente inferior a 60 mm, preferentemente todavía del orden de 50 mm.

- Cada conducto tiene una sección de entrada de forma rectangular aplanada, con su mayor dimensión paralela al eje de progresión antes citado.

- El separador de flujo está formado ventajosamente por un tabique dispuesto en el conducto en la proximidad y a distancia de un tabique radial del conducto.

- Cada conducto comprende, en la proximidad de su entrada, una zona cuyo radio de curvatura, medido en un plano perpendicular al eje de progresión, es inferior al 25% del radio de curvatura máximo del conducto en este plano.

- De acuerdo con un modo de realización de la invención, los conductos están imbricados uno en otro alrededor del eje de progresión. En variante, los conductos están repartidos, cada uno en un sector angular, alrededor del eje de progresión.

- Cada conducto está formado por una o dos chapas metálicas que son rectilíneas según su dirección paralela al eje de progresión.

La invención se refiere igualmente a una instalación de conversión de energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica, o inversamente, comprendiendo esta instalación una máquina hidráulica de tipo turbina, bomba o turbina-bomba así como una línea de alimentación de agua de esta máquina. Esta instalación está caracterizada porque comprende igualmente al menos un dispositivo de separación de partículas sólidas y de agua tal como se mencionó anteriormente.

Una instalación de este tipo es más fácil de poner en servicio y más económica que las del estado de la técnica.

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de ésta se pondrán de manifiesto de modo más claro a la luz de la descripción que sigue de dos modos de realización de un dispositivo de separación y de una instalación de conversión de energía conformes con su principio, dado únicamente a título de ejemplo y hecha refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de principio de una instalación de acuerdo con la invención;

- la figura 2 es una vista a escala mayor del dispositivo de separación de partículas sólidas de la instalación de la figura 1, esta figura corresponde al detalle II de la figura 1;

- la figura 3 es un semicorte según la línea III-III de la figura 2, se ha indicado en ésta por II-II el plano de corte de la figura 2;

- la figura 4 es un corte en el mismo plano que la figura 2 pero a escala más pequeña y representa uno de los conductos de separación del dispositivo de la figuras 2 y 3;

- la figura 5 es un corte según la línea V-V de la figura 4, se ha indicado en ésta por IV-IV el plano de corte de la figura 4;

- la figura 6 es una vista a escala mayor el detalle VI de la figura 5;

- la figura 7 es una vista a escala mayor del detalle VII de la figura 3;

- la figura 8 es una vista en perspectiva, con arranque parcial, del dispositivo de las figuras 2 a 7;

- la figura 9 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de ciertas partes del dispositivo de las figuras 2 a 8;

- la figura 10 es un corte axial análogo a la figura 2 para un dispositivo de acuerdo con un segundo modo de realización;

- la figura 11 es un semicorte según la línea XI-XI de la figura 10, se ha indicado en ésta por X-X el plano de corte de la figura 10;

- la figura 12 es una vista a escala mayor del detalle XII de la figura 11;

- la figura 13 es un corte parcial según la línea XIII-XIII de la figura 11;

- la figura 14 es una vista en perspectiva con arranque parcial, del dispositivo de las figuras 10 a 13 y

- la figura 15 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de ciertas partes del dispositivo de las figuras 10 a 14.

La instalación I representada en la figura 1, comprende una turbina 1 de tipo Francis cuya rueda 2 está destinada a ser puesta en rotación, alrededor de un eje vertical X_1, por una corriente forzada E que proviene de una toma de agua 3 que extrae la corriente de un depósito tal como una represa, o de un curso de agua sin retención. La turbina 1 está acoplada a un alternador 4 que facilita una corriente alterna a una red no representada, en función de la rotación de la rueda 2.

Un conducto forzado 5 de llegada de la corriente E a la rueda 2 se extiende entre la toma de agua 3 y un depósito 6 equipado con un distribuidor 61 de regulación de la corriente E. Un conducto de aspiración 7 está previsto para evacuar la corriente E aguas abajo de la instalación I.

Un dispositivo 100, intercalado entre la toma de agua 3 y el depósito 6, es utilizado para separar las partículas sólidas que se encuentran en la corriente E del agua constitutiva de esta corriente. El dispositivo 100 comprende un conducto de entrada 101 de forma cilíndrica de sección circular centrado en un eje horizontal X_{100} que constituye un eje longitudinal del dispositivo 100. A la salida, el dispositivo 100 está provisto de un colector 102 de forma troncocónica dispuesto alrededor de una parte 103 en punta, de forma cónica. El orificio de entrada 104 del conducto 101 constituye la entrada del dispositivo 100, mientras que una abertura circular 105 dispuesta en la extremidad del colector 102 constituye un orificio de salida de la corriente E. El orificio 104 está destinado a estar empalmado a la parte baja del conducto 5, mientras que la abertura 105 está destinada a estar empalmada a la entrada del depósito 6.

Entre las zonas de entrada y de salida 104 y 105 del dispositivo 100, la corriente E progresa paralelamente al eje X_{100}.

Entre el conducto 101 y el colector 102, el dispositivo 100 comprende veinticinco conductos 110 imbricados uno en otro y dispuestos en espiral alrededor del eje X_{100}. Cada conducto 110 tiene, en un plano perpendicular al eje X_{100} y como está representado en las figuras 3 y 5 una sección en forma de espiral. Cada conducto 110 está delimitado entre una chapa interna 111 y una chapa externa 112. La chapa interna 111 de un primer conducto puede hacer la función de chapa externa 112 para un conducto adyacente situado radialmente al interior del primer conducto. Del mismo modo, la chapa externa 112 de un primer conducto puede hacer la función de chapa interna para un segundo conducto adyacente situado radialmente al exterior del primer conducto.

Los veinticinco conductos 110 están imbricados en la medida en que, en lo esencial de su longitud, cada conducto 110 está situado radialmente entre otros dos conductos 110, como se deduce de la figura 3. Los conductos 110 tienen, todos, las mismas longitudes, anchuras y espesores.

La longitud L_{110} de un conducto 110 es su longitud desarrollada alrededor del eje X_{100}. En otras palabras, la longitud de un conducto 110 es su longitud visible en la figura 5. La anchura l_{100} de un conducto 110 es su dimensión paralela al eje X_{100}. El espesor e_{110} de un conducto 110 es su espesor radial, es decir la distancia entre sus chapas interna y externa. En la práctica, la longitud L_{110} de un conducto 110 es del orden de 20 metros, mientras que su anchura l_{110} es del orden de 10 metros y su espesor e_{110} es del orden de 50 mm. Así, cada conducto 110 se presenta en forma de una ranura de anchura muy superior a su espesor.

En la práctica, el espesor e_{110} se elige inferior a 100 mm, preferentemente inferior a 60 mm. Cálculos y ensayos con e_{110} igual a 50 mm dan resultados satisfactorios.

Habida cuenta de la geometría de los diferentes conductos 110, sus respectivas zonas de entrada son cada una en forma de rectángulo cuya mayor dimensión corresponde a la anchura l_{110} y cuya dimensión menor corresponde al espesor e_{110}.

La invención puede ser puesta en práctica siempre que la relación entre e_{110} y l_{110} sea inferior a 0,1. En la práctica, es preferible que esta relación sea inferior a 0,05 e incluso a 0,01. En el ejemplo representado, esta relación es de 50/10000 = 0,005.

Una zona central 107 del dispositivo 100 está delimitada entre una rejilla 108 de rigidización del dispositivo 100 y de retención de residuos grandes, dispuesta a la salida del conducto 101, y un cono 109 centrado en el eje X_{100} y que converge hacia la rejilla 108, es decir hacia aguas arriba. Un vástago de rigidización 109A, que está igualmente centrado en el eje $X_{100,}$ prolonga el cono 109 hasta la rejilla 108. Así, la corriente de agua E que atraviesa el conducto 101 y la rejilla 108 llega a la zona 107 a partir de la cual es desviada por el cono 109 radialmente hacia el exterior con respecto al eje X_{100} penetrando en los diferentes conductos 110. Cada conducto 110 tiene una sección de paso igual a su anchura multiplicada por su espesor, o sea 0,05 x 10 = 0,5 m^2. Así, la sección de paso acumulada de los veinticinco conductos 110, entre la zona 107 y el volumen interno del colector 102, es de

25 x 0,5 = 12,5 m^2. Esto permite tratar una corriente E de caudal importante que permite alimentar la turbina 1 a pleno régimen.

En este caso, considerando que la sección S_5 del conducto 5 tenga un área de 12,5 m^2 y haciendo la hipótesis de que el caudal de la corriente E en el conducto 5 y en el dispositivo 100 sea el mismo, la velocidad lineal de la corriente E se conserva entre el conducto 5 y el dispositivo 100. Esta velocidad puede estar comprendida entre 5 m/s y 10 m/s, por ejemplo igual a 8 m/s.

Es posible igualmente prever un aumento de la velocidad lineal de la corriente E en el dispositivo 100, con respecto a su valor en el conducto 5. Por ejemplo, con una velocidad lineal de la corriente E en el conducto 5 igual a 8 m/s, puede preverse una velocidad lineal de la corriente E en los conductos 110 igual a 24 m/s. Tal valor de 24 m/s es suficientemente elevado para inducir una separación efectiva de las partículas sólidas y de las moléculas de agua por centrifugación, pero bastante baja para evitar un desgaste prematuro por abrasión de las chapas constitutivas del dispositivo 100. Tal desgaste se constata, en efecto, para velocidades lineales superiores a 30 m/s y concentraciones de arena en el agua de 1000 ppm en masa.

Sea V_5 la velocidad lineal de la corriente E en el conducto 5. El caudal de esta corriente en el conducto es por tanto.

$$Q_5 = S_5 \times V_5$$

Sea V_{100} la velocidad lineal de la corriente E en los conductos 110 del dispositivo 100. Sea S_{100} la suma de las áreas de los conductos 110, siendo esta suma igual a N x S_{110} donde N es el número de conductos 110 y S_{110} es el área de la sección transversal de un conducto 110. S_{110} es igual a e_{110} x l_{110}. El caudal de la corriente E en el dispositivo 100 es por tanto:

$$Q_{100} = S_{100} \times V_{100} = N \times S_{1101} \times V_{100} = N \times e_{110} \times l_{110} \times V_{100}.$$

Por conservación del caudal, se obtiene:

$$Q_5 = Q_{100}$$

o sea:

$$S_5 \times V_5 = N \times e_{110} \times l_{110} \times V_{100}$$

Esta ecuación permite dimensionar los conductos 110 en cuanto a su anchura l_{110} y a su espesor e_{110}. Con el ejemplo en que V_{100} vale 24 m/s, mientras que V_5 vale 8 m/s y S_5 vale 12,5 m^2, se obtiene:

$$e_{110} \times l_{110} = (S_5 \times V_5) / (N \times V_{100}) = 1/3 \times S_5/25$$

Para e_{110} fijado en 50 mm, esto permite determinar el valor l_{110}, o sea:

$$l_{110} = 1/0,05 \times 1/3 \times 12,5/25 = 3,33 \text{ m}$$

En este caso, la relación e_{110}/l_{110} es del 1,5%.

Si la anchura l_{110} es fijada en 10 m, y el espesor e_{110} es fijado en 50 mm en el marco de una producción normalizada de los conductos o tubos 110, se puede jugar con el número de tubos para obtener una velocidad predeterminada en los tubos 110. Así, con ocho tubos, la velocidad V_{100} se hace 25 m/s.

La zona 107 tiene un diámetro D_{107} del orden de 4 metros. Las aberturas de entrada de los diferentes conductos 110 están repartidas en la periferia de la zona 107.

Sea R_{110} el radio de curvatura de un conducto 110 en el plano de la figura 5. Este radio de curvatura tiene un valor creciente de aproximadamente 2 metros a aproximadamente 4,7 metros.

Sea E_1 una porción elemental de la corriente E que transita por un conducto 110. Esta porción E_1 experimenta una aceleración centrifuga debida a la forma curva del conducto 110 en el plano de la figura 5. Esta aceleración se ejerce a la vez sobre las moléculas de agua y sobre las partículas sólidas presentes en el conducto 110, con un efecto diferenciado habida cuenta de la diferencia de densidad entre estas moléculas y estas partículas.

La figura 6 muestra la zona aguas arriba 113 de un conducto 110 y en particular su embocadura 114 que es de espesor e_{110} como se mencionó anteriormente. La zona 113 comprende una parte acodada 115 cuyo radio de curvatura R_{115} es de 50 mm, es decir ampliamente inferior al radio de curvatura R_{110} alrededor del eje X_{100}. Esta parte acodada 115 tiene por efecto dar una aceleración centrífuga intensa y localizada a cada corriente unitaria

E_1. Esta aceleración centrífuga localizada tiene por efecto comenzar a dirigir las partículas sólidas de una corriente unitaria E_1 que penetra en un conducto 110 en dirección a la chapa exterior 112 de este conducto.

Habida cuenta del efecto diferenciado de la aceleración centrífuga que resulta de la trayectoria en espiral de la corriente E_1 en el resto del conducto 110, estas partículas se aproximan a continuación cada vez más a la chapa externa 112. Así, las partículas sólidas tienen tendencia a acumularse en la proximidad de la chapa externa 112 de cada conducto 110.

En la medida en que el efecto de separación de las partículas sólidas depende de la velocidad radial y de la velocidad tangencial V_{110} de la corriente E_1 en cada conducto 110, es preferible que la presión hidráulica de entrada de la corriente E en el dispositivo 100 sea relativamente elevada. Por esta razón el dispositivo 100 está dispuesto en la parte baja del conducto forzado 5, es decir en la parte aguas abajo de éste. De acuerdo con una variante no representada de la invención, el dispositivo 100 puede estar instalado en una parte intermedia del conducto 5, siempre que la presión hidráulica de la corriente sea suficiente.

En la proximidad aguas abajo 116 de un conducto 110, una chapa de separación 117 está dispuesta a una distancia radial no nula d_{117} de la chapa externa 112 de cada conducto 110, de tal modo que, entre las chapas 112 y 117, queda definida una ranura 118 por la cual fluye la porción E_2 de la corriente unitaria E_1 más cargada en partículas sólidas puesto que éstas se acumulan en la proximidad de la chapa 112 al caminar por el conducto 110. Un drenaje 119 está empalmado aguas abajo de cada ranura 118 y los diferentes drenajes de los conductos 119 están a su vez empalmados a un conducto no representado de evacuación de la porción de la corriente E más fuertemente cargada en partículas sólidas. La distancia d_{117} es el espesor de la ranura 118.

En la práctica, la distancia d_{117} puede ser del orden de 0,5 mm, de modo que la porción E_2 de cada corriente E_1 tomada para ser encaminada hacia los drenajes 119 es mínima con respecto a esta corriente. La relación d_{117}/e_{110} es elegida inferior a 1/50. Ésta es ventajosamente del orden de 1/100, como en el ejemplo representado. Esta relación es elegida con un valor pequeño porque la corriente E2 corresponde a un porcentaje de agua perdida.

La parte restante E_3 de cada corriente E_1 es dirigida entonces hacia un volumen V_1 definido radialmente alrededor de los conductos 110 y bordeado radialmente en el exterior por una chapa 130 de forma cilíndrica de sección circular. Este volumen V_1 desemboca en un volumen V_2 definido entre la parte 103 y el colector 102, de tal modo que las diferentes porciones E_3 de las corrientes E_1 que no son desviadas hacia los drenajes 119 son dirigidas conjuntamente para alimentar la turbina 1.

De acuerdo con un aspecto de la invención que está representado en trazos mixtos únicamente en la figura 7, es posible prever una segunda chapa de separación 121 en la proximidad de la chapa interna 111 de un conducto 110, lo que permite tomar la porción E_4 de la corriente E_1 menos cargada en partículas sólidas. Esta porción de corriente E_4 puede ser recogida, como en los drenajes 119 pero con conductos específicos, para constituir una fuente de agua particularmente limpia o « agua clara » que puede ser utilizada en la instalación I con fines específicos, como el enfriamiento del alternador 4 o el cebado de un cojinete hidrostático. El número de conductos 110 equipados con una chapa 121 se determina en función del caudal de agua clara deseado.

La invención se ha descrito refiriéndose al caso en que la corriente en un conducto 110 tiene lugar en el sentido creciente del radio de curvatura R_{110} del conducto 110. En otras palabras, la extremidad aguas arriba 113 de un conducto 110 está más próxima al eje X_{100} que su extremidad aguas abajo 116. Sin embargo, es posible prever una corriente en sentido inverso, es decir en un sentido correspondiente a una disminución del radio R_{110}. En efecto, en este caso se obtiene igualmente una aceleración centrífuga de las partículas sólidas.

En el segundo modo de realización de acuerdo con la invención representado en las figuras 10 a 14, los elementos análogos a los del primer modo de realización llevan referencias idénticas.

El dispositivo 100 de este modo de realización comprende veinticinco conductos 110 que presentan cada uno una forma de espiral en un plano perpendicular a un eje X_{100} de progresión de la corriente E entre una zona de entrada 104 y una zona de salida 105. Cada conducto 110 está formado por una chapa plana 111 paralelamente al eje X_{100} y conformada en espiral perpendicularmente a este eje.

Cada conducto 110 está dispuesto en una caja 131 que define un sector angular de ángulo en el vértice α igual aproximadamente a 14,4º. En un plano perpendicular al eje X_{100} cada conducto 110 presenta un perfil en espiral centrado en un eje X_{110} paralelo al eje X_{100}, con un espesor e_{110} muy inferior a su anchura l_{110} tomada paralela-

mente al eje X_{100}. Los valores de e_{100} e l_{110} pueden ser los mismos o del mismo orden de magnitud que los mencionados refiriéndose al primer modo de realización.

Una parte cónica 103B está dispuesta en el interior de un colector 102 de salida del dispositivo 100, como en el primer modo de realización, mientras que otra parte cónica 103A está dispuesta en un conducto de entrada troncocónico y divergente 101. La parte cónica 103A permite hacer divergir radialmente la corriente E hasta un volumen V_3 próximo a los conductos 110, situado radialmente al interior de las cajas 131 y alrededor de una chapa 132 de forma circular centrada en el eje X_{110}.

Una corriente unitaria E1 introducida en un conducto 110 progresa en un sentido que la aproxima al eje X110. En otras palabras, la extremidad aguas arriba o zona de entrada 113 del conducto 110 está más alejada del eje X110 que su zona de salida. Cada corriente unitaria E1 pasa, a través de un conducto 110, del volumen V3 hacia un volumen central V4 definido radialmente en el centro de cada conducto 110. Cada volumen V4 desemboca, a través de una abertura 133 dispuesta en una cara terminal 134 de la caja 131, en un volumen V2 comparable con el del primer modo de realización.

Sin embargo puede considerarse una circulación en sentido contrario.

Dos travesaños 108A y 108B permiten rigidizar las partes cónicas 103A y 103B y la chapa 132.

Una corriente E1 fluye, paralelamente al eje X100, entre un orificio 104 de entrada del conducto 101 y una abertura 105 de salida del colector 102, pasando alrededor de la parte 103A, por el volumen V3, por los conductos 110, y después por un volumen V4 y por el volumen V2, alrededor de la parte 103B.

Como anteriormente, habida cuenta del perfil en espiral de los conductos 110, cada uno alrededor de un eje central X_{110}, una corriente unitaria E_1 introducida en un conducto 110 experimenta una aceleración centrífuga de efecto diferenciado, lo que permite separar rápida y eficazmente, por centrifugación, las partículas sólidas de las moléculas de agua que constituyen esta corriente.

Como en el primer modo de realización, un separador 117 está previsto a la salida 116 de cada conducto 110, lo que permite alimentar drenajes 119 con la porción E_2 de cada corriente unitaria E_1 más cargada en partículas sólidas. Los separadores están formados por placas 117 dispuestas en la proximidad de la parte de la chapa 111 que forma la parte radial externa de la extremidad aguas abajo 116 de los conductos 110. La distancia radial d_{117} entre cada placa 117 y la parte más próxima a la chapa 111 es no nula pero muy inferior al espesor e_{110}. La relación d_{117}/e_{110} puede tener los mismos valores que en el primer modo de realización. Ésta es inferior a 1/50, preferentemente del orden de 1/100.

La porción E_3 de la corriente E_1 que no está dirigida hacia un drenaje 119 llega a un volumen central V_4 definido por el conducto 110.

Como en el primer modo de realización y de acuerdo con un aspecto de la invención que no está representado, puede estar prevista una derivación de agua clara si es necesario, a nivel de uno o varios conductos 110.

Cualquiera que sea el modo de realización, una instalación de conversión de energía de acuerdo con la invención puede comprender uno o varios dispositivos 100 dispuestos en paralelo en la línea de alimentación de la máquina hidráulica.

Las características técnicas de los diferentes modos de realización descritos pueden ser combinadas en el marco de la presente invención.

La invención se ha descrito en el marco de su utilización con una turbina 1. Ésta sin embargo es aplicable con una bomba o una turbina-bomba que funcionen en modo turbina. En este caso, la instalación que incorpora una máquina hidráulica de este tipo puede igualmente convertir la energía mecánica o eléctrica en energía hidráulica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (100) de separación de partículas sólidas y del agua de una corriente (E) de alimentación de una máquina hidráulica (1) de tipo turbina, bomba o turbina-bomba, comprendiendo este dispositivo una zona de entrada (104) de la corriente y una zona de salida (105) de la corriente desplazadas a lo largo de un eje (X_{100}) de progresión de la corriente en el dispositivo, caracterizado porque el dispositivo comprende varios conductos (110) dispuestos en paralelo cada uno con una embocadura (114) y una extremidad aguas abajo (116), entre la zona de entrada (104) y la zona de salida (105), porque cada conducto (110) presenta, en corte perpendicular al eje de progresión (X_{100}), una sección en forma de espiral con un radio de curvatura (R_{100}) creciente de la embocadura hacia la extremidad aguas abajo o de la extremidad aguas abajo hacia la embocadura, porque cada conducto presenta un espesor (e_{110}), tomado según la dirección globalmente radial con respecto al eje de progresión (X_{100}), inferior al 10% de la anchura (l_{110}) de este conducto, tomada paralelamente a este eje y porque cada conducto está equipado, a la salida, con un separador de flujo (117) apto para separar una primera porción (E_2) de una corriente unitaria (E_1) que circula por este conducto, fuertemente cargada de partículas sólidas por efecto centrífugo, de una segunda porción (E_3) de esta corriente, que está menos cargada de partículas sólidas.

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el espesor (e_{110}) de cada conducto (110) es inferior al 5%, preferentemente inferior al 1%, de la anchura (l_{110}) del conducto.

3. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el espesor (e_{110}) de cada conducto (110) tiene un valor inferior a 100 mm, preferentemente inferior a 60 mm, preferentemente todavía del orden de 50 mm.

4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada conducto (110) tiene una sección de entrada de forma rectangular aplanada con su mayor dimensión (l_{110}) paralela al eje de progresión (X_{110}).

5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el separador de flujo está formado por un tabique (117) dispuesto en el conducto en la proximidad y a distancia (d_{117}) de un tabique radial (111, 112) del conducto.

6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada conducto (110) comprende, en la proximidad de su entrada, una zona (115) cuyo radio de curvatura (R_{115}), medido en un plano perpendicular al eje de progresión (X_{100}) es inferior al 25% del radio de curvatura máximo (R_{110}) del conducto en este plano.

7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los conductos (110) están imbricados uno en otro alrededor del eje de progresión (X_{100}).

8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los conductos (110) están repartidos, cada uno en un sector angular, alrededor del eje de progresión (X_{100}).

9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada conducto está formado por una o dos chapas metálicas (111, 112) rectilíneas según su dirección paralela al eje de progresión (X_{100}).

10. Instalación (I) de conversión de energía hidráulica en energía eléctrica o mecánica, o inversamente, comprendiendo esta instalación una máquina hidráulica (1) de tipo turbina, bomba o turbina-bomba, y una línea de alimentación (3, 5, 6) de agua a la máquina, caracterizada porque comprende al menos un dispositivo (100) de separación de partículas sólidas y de agua de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

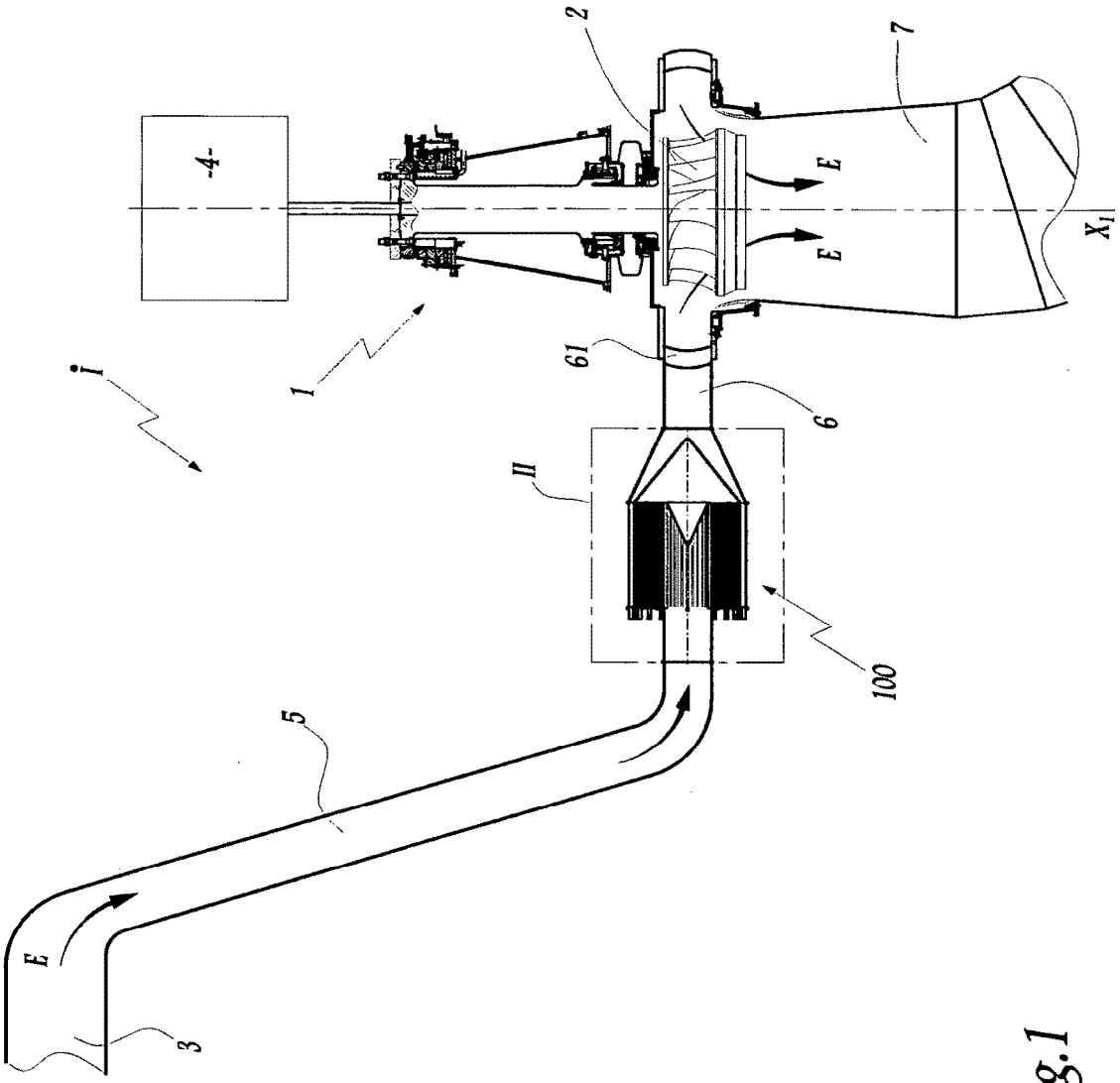

Fig.1

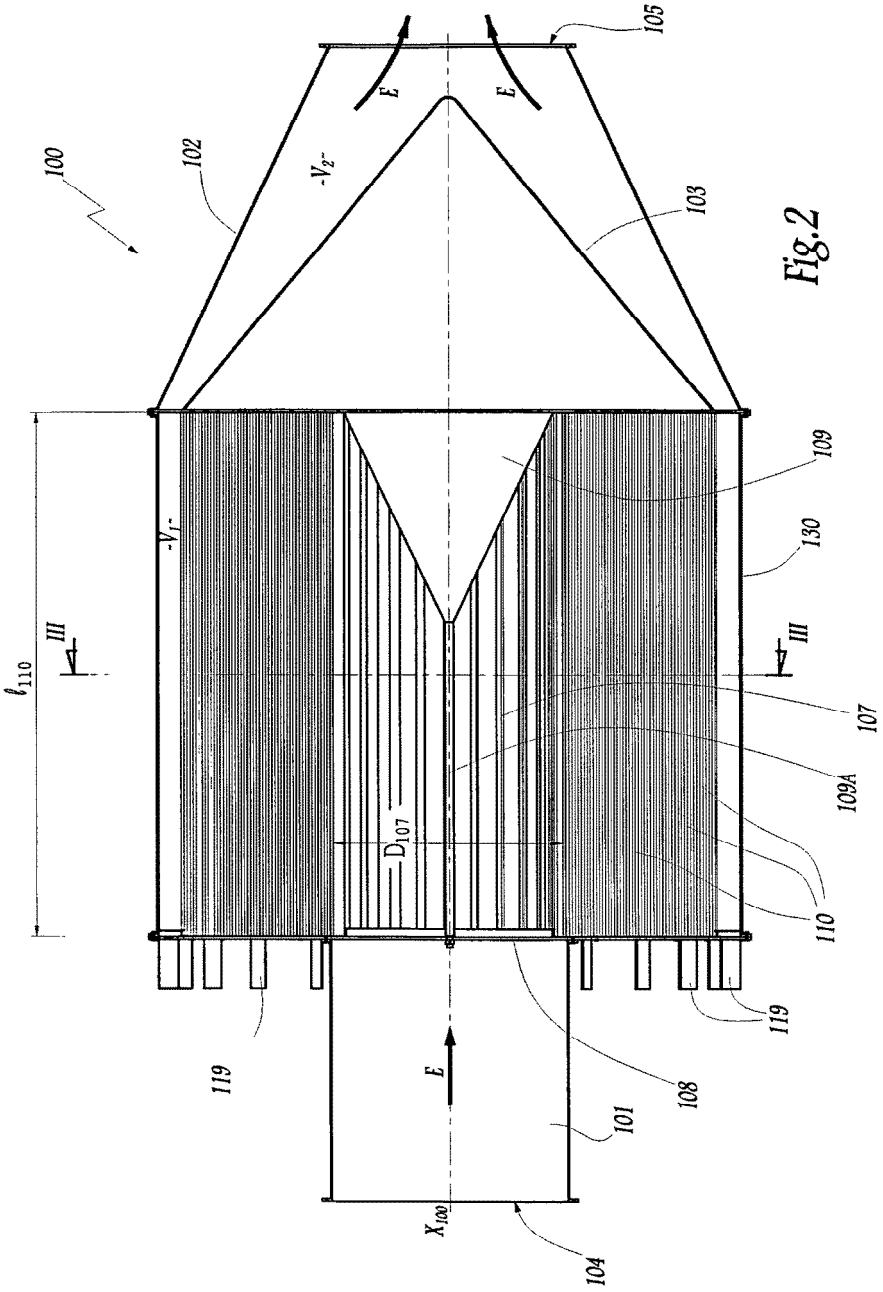
100
102
-V2-
105
E
E
103
109
130
-V1-
III
III
ℓ_{110}
107
109A
D_{107}
110
119
119
E
108
101
X_{100}
104

Fig.2

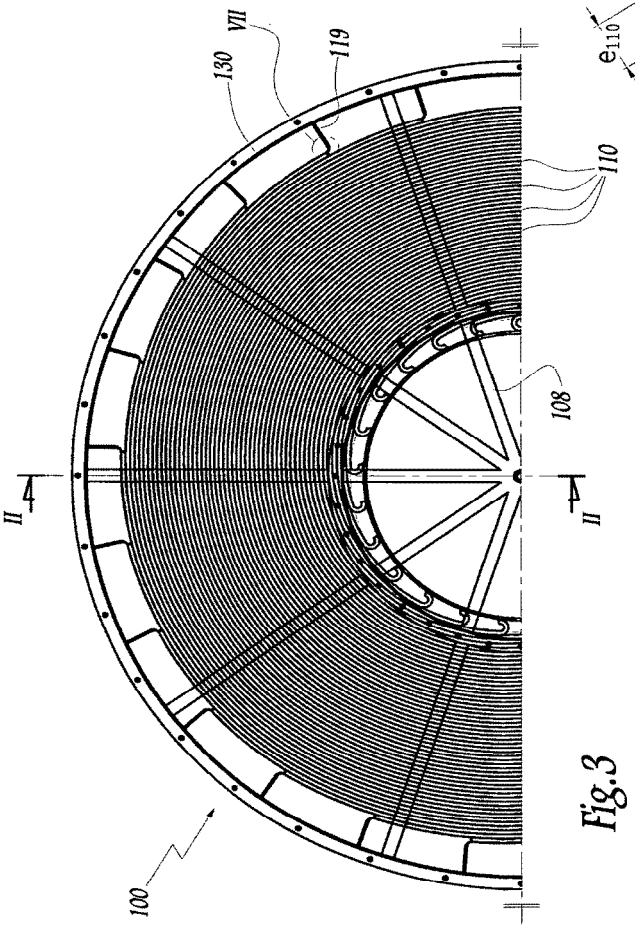

Fig.3

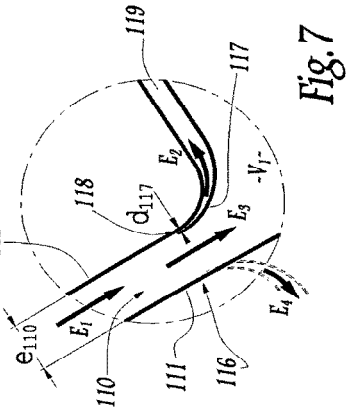

Fig.7

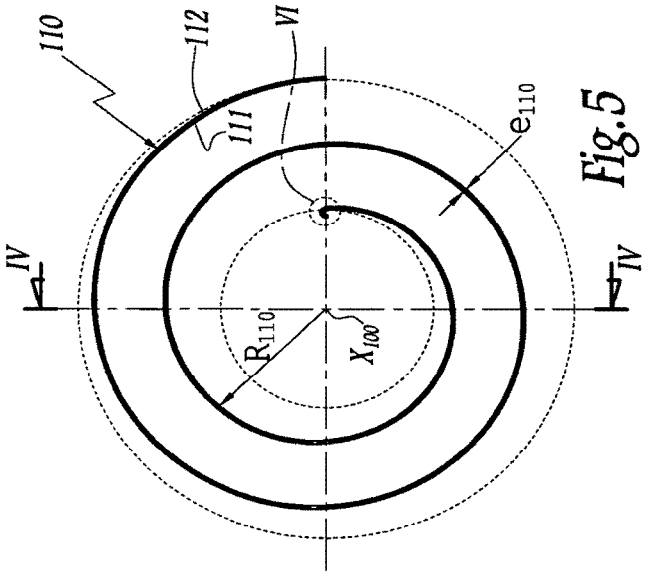

Fig.5

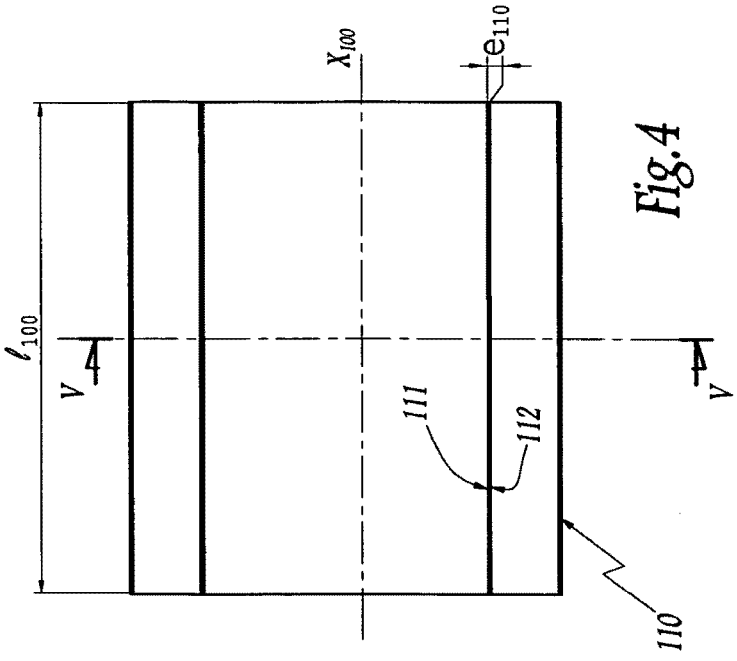

Fig.4

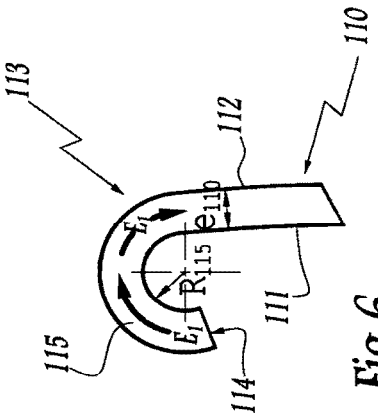

Fig.6

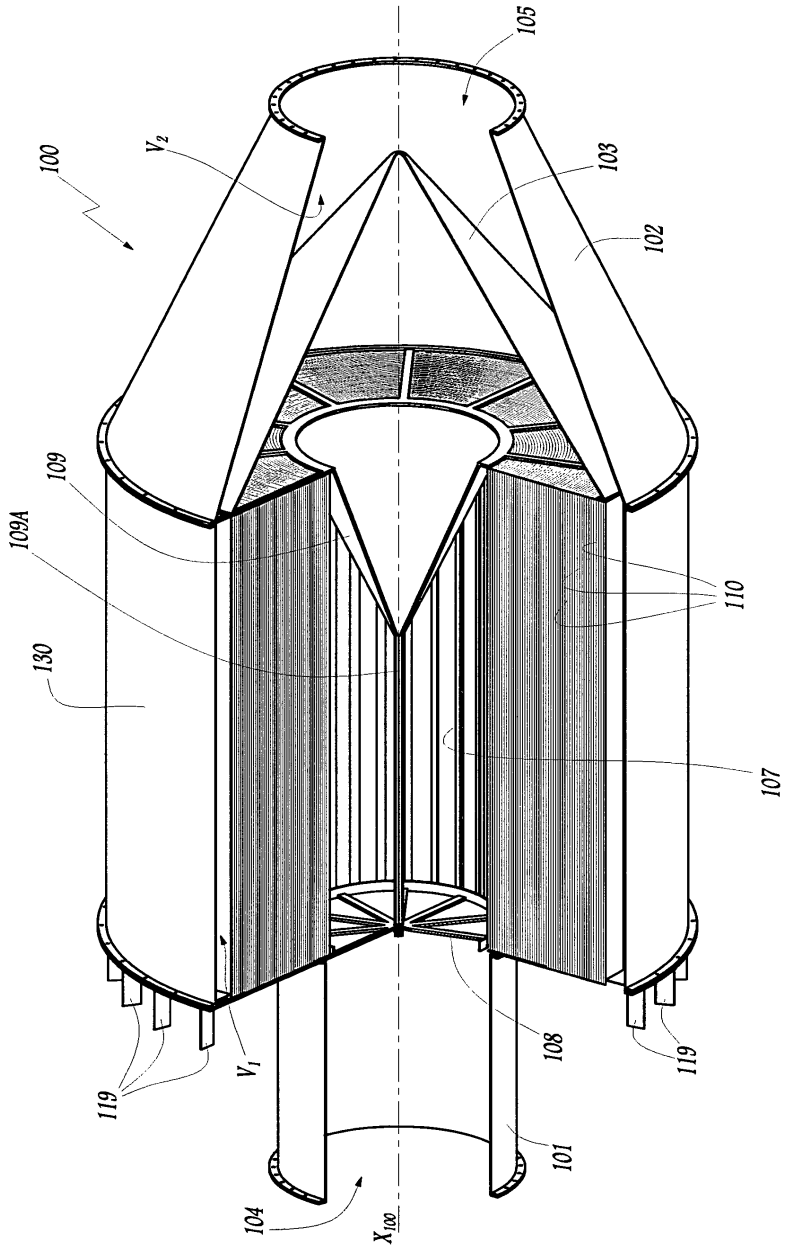
105
100
V_2
103
102
109
109A
110
130
107
108
119
119
V_1
101
104
X_{100}

Fig.8

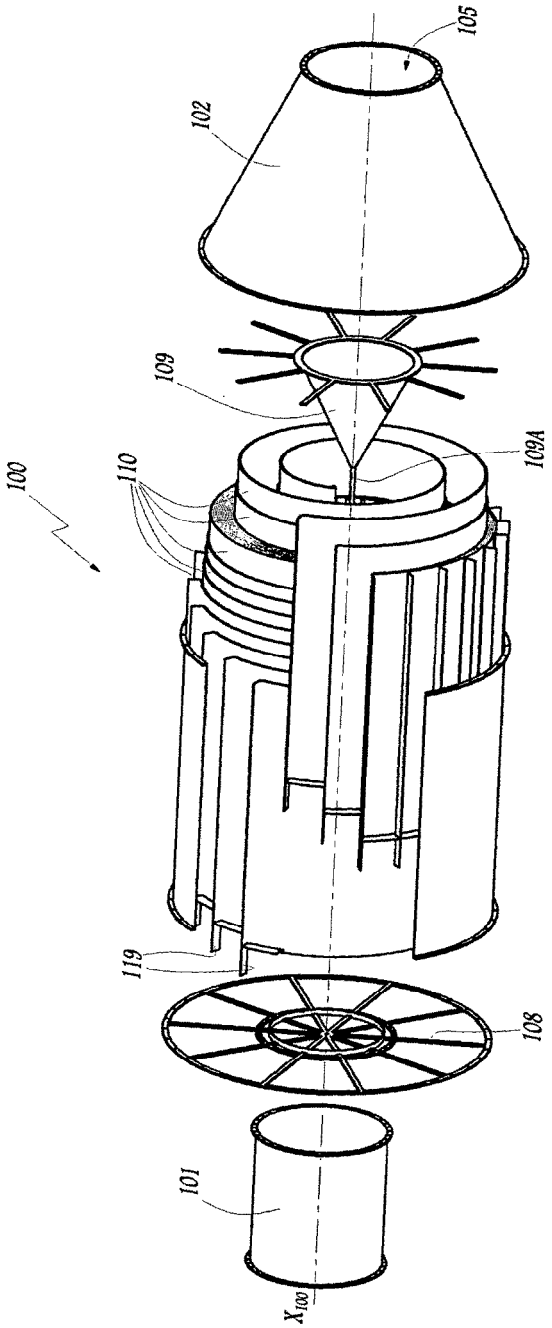

Fig.9

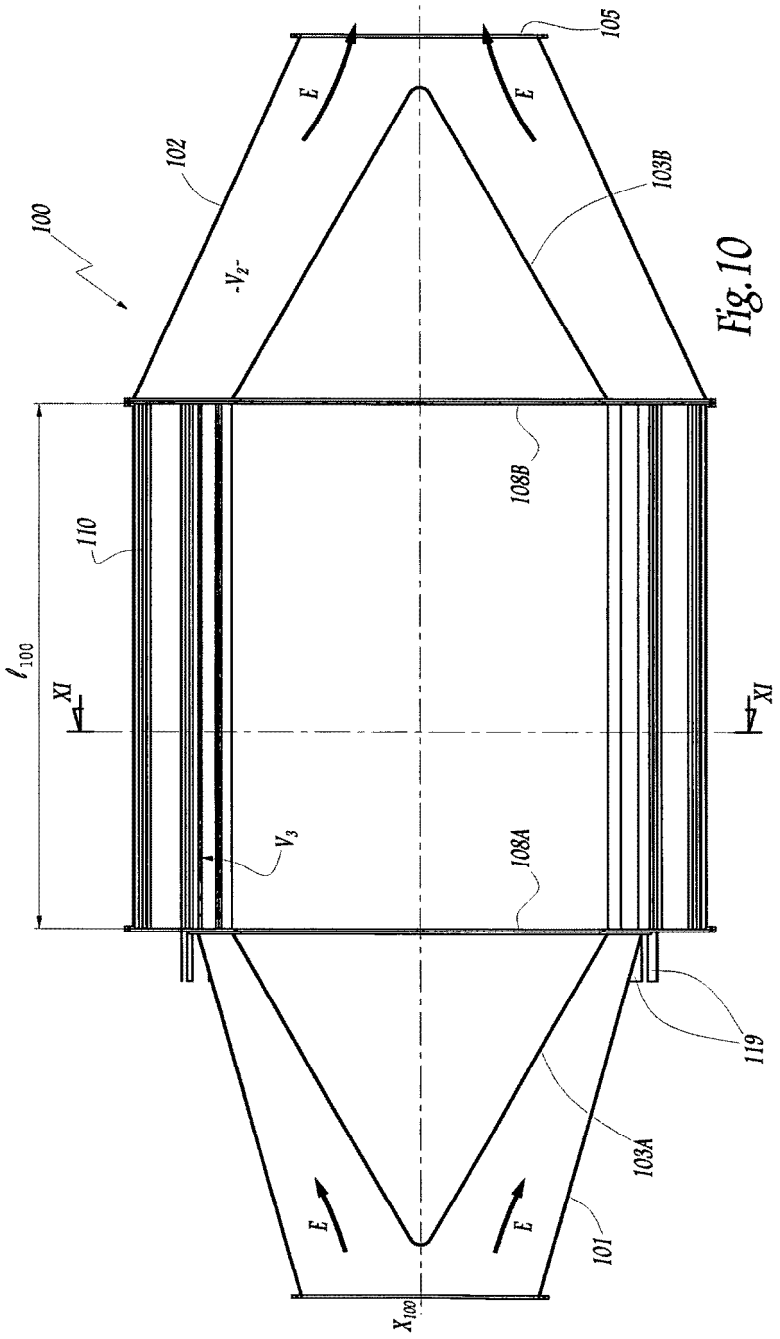
100
102
105
E
E
103B
$-V_2-$
108B
110
ℓ_{100}
XI
XI
V_3
108A
119
103A
E
E
101
X_{100}

Fig.10

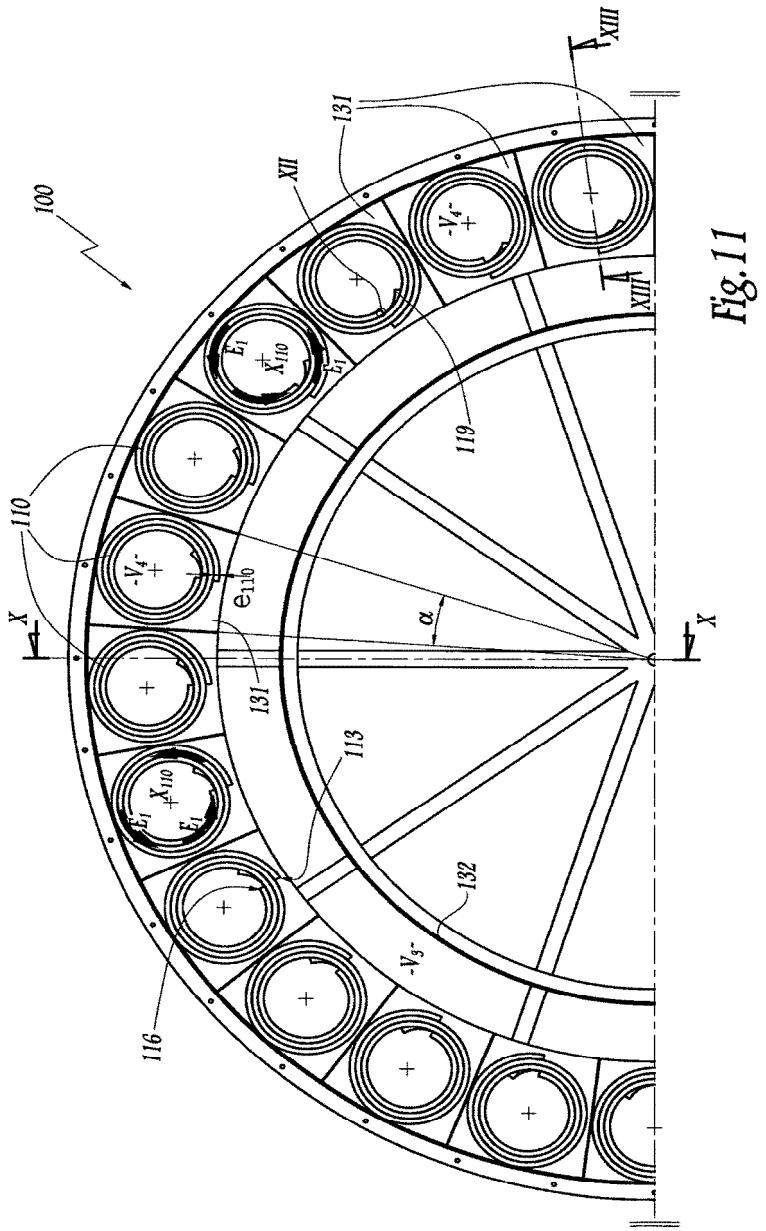

Fig. 11

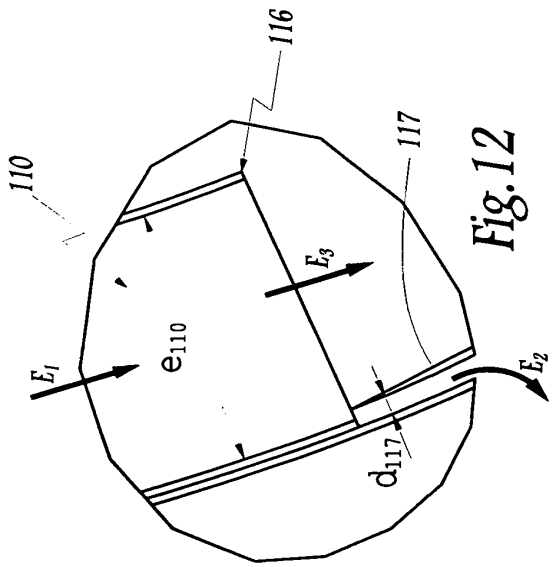

Fig.12

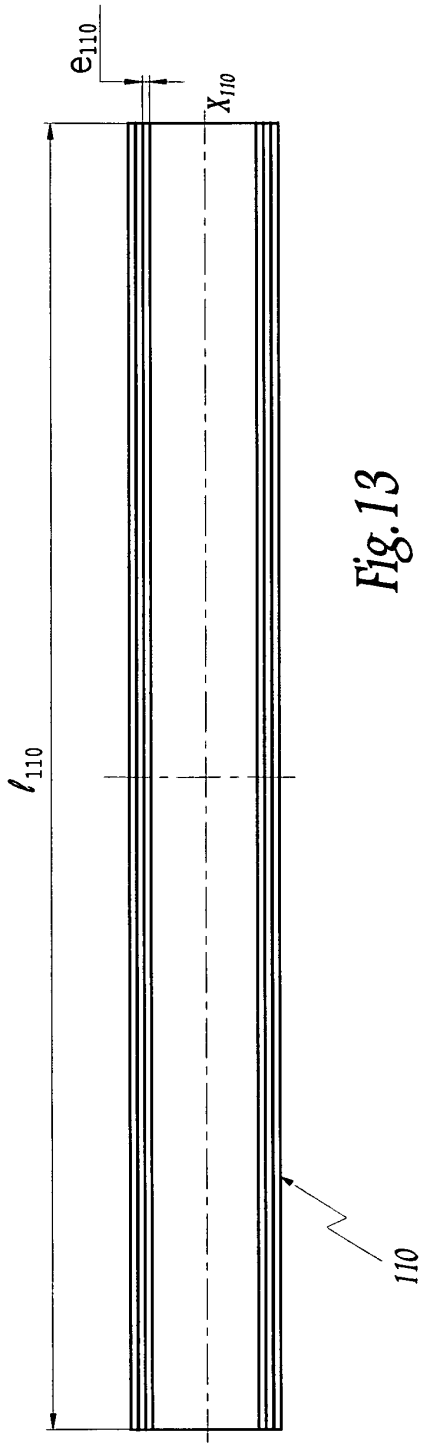

Fig.13

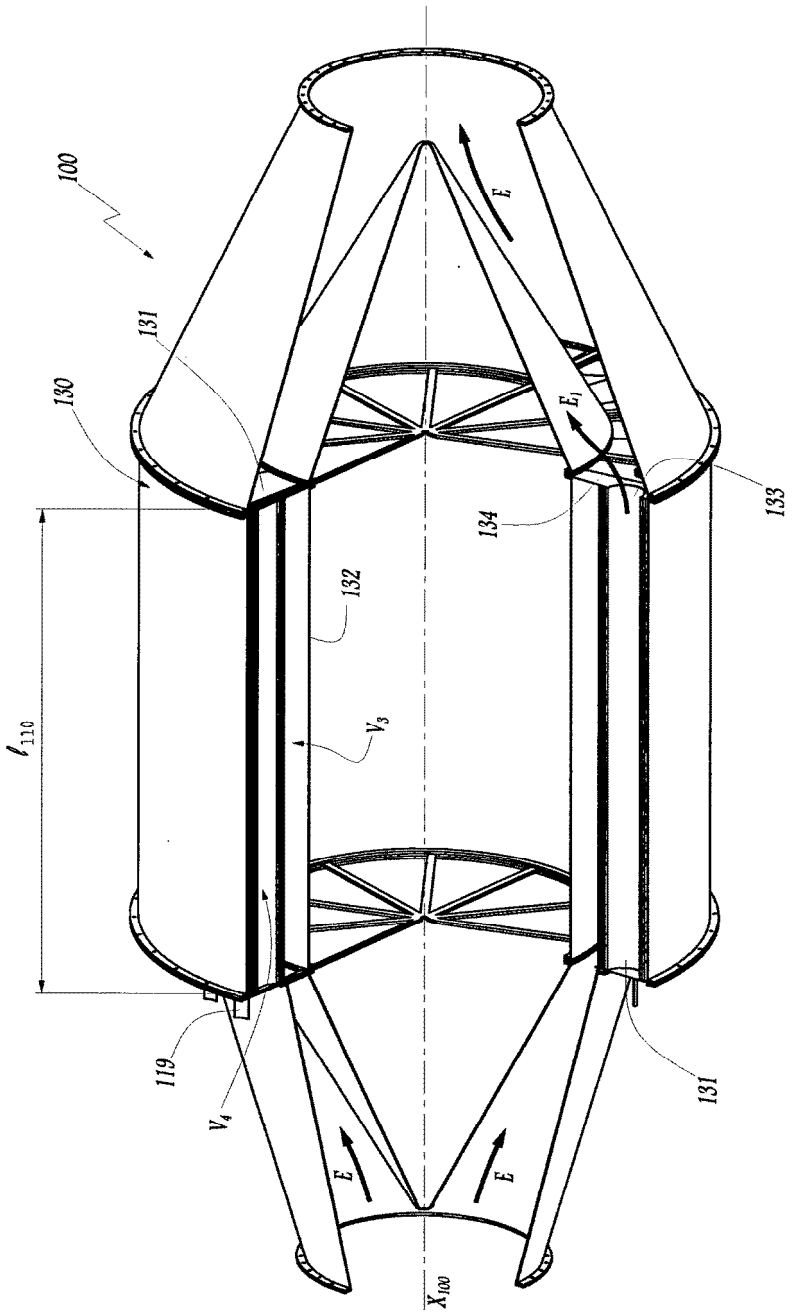

Fig.14

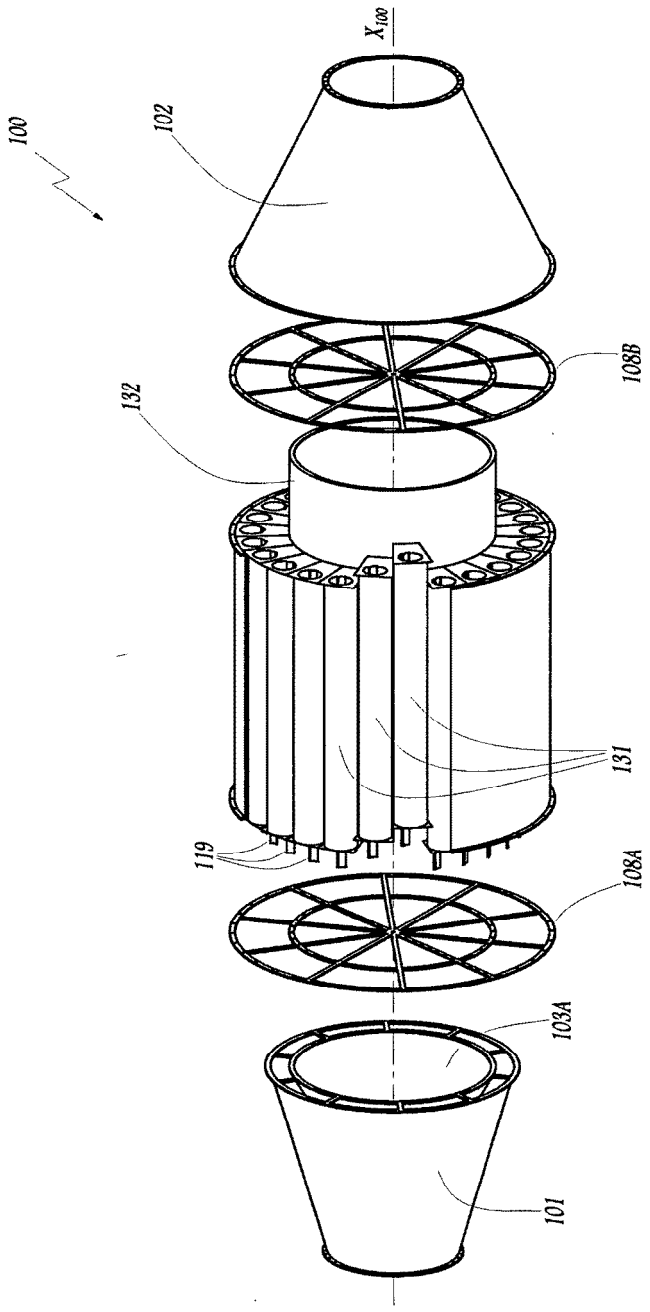

Fig. 15