

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 088**

51 Int. Cl.:

C23C 2/00 (2006.01)

C23C 2/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2011 PCT/FR2011/052456**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.04.2013 WO13057385**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2011 E 11791018 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 2768996**

54 Título: **Procedimiento de revestimiento al temple de una banda de acero e instalación para su implementación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2017

73 Titular/es:
ARCELORMITTAL (100.0%)
CI/ Chavarri 6
48910 Sestao, LU

72 Inventor/es:
ANDERHUBER, MARC y
DAUBIGNY, ALAIN

74 Agente/Representante:
SALVA FERRER, Joan

ES 2 639 088 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

Procedimiento de revestimiento al temple de una banda de acero e instalación para su implementación

- 5 **[0001]** La invención se refiere a la siderurgia y, más particularmente, a las instalaciones de revestimiento al temple de las bandas de acero, por las que dichas bandas están recubiertas por una capa de cinc o de aleación de cinc (en el caso de una galvanización) u otro tipo de metal o de aleación metálica tal como una aleación aluminio-silicio.
- 10 **[0002]** Cabe recordar que durante el revestimiento al temple de una banda de acero, la banda en desplazamiento pasa en una bandeja que contiene el metal o la aleación metálica de revestimiento, mantenido en estado líquido. El revestimiento se deposita sobre la banda que sale a continuación del baño y atraviesa un dispositivo que controla el espesor del revestimiento y que contribuye a su solidificación, constituido generalmente por unas boquillas que proyectan un gas sobre la superficie del revestimiento. Previamente a su penetración en el
- 15 **[0003]** Durante el recorrido del baño, se asiste en el seno del baño a la formación de óxidos y de precipitados intermetálicos, esencialmente a base de Zn y de Fe en el caso de un baño de galvanización, que contiene cinc líquido que se considerará de manera privilegiada en el resto de la descripción, sin que constituya una aplicación exclusiva de la invención. Estos precipitados se denominan «matas». Ciertas matas tienen una densidad más elevada que la del baño y que se sedimentan en el fondo de la bandeja sin entorpecer el proceso de galvanización. Por otro lado, en cambio, tienen una densidad inferior a la del baño y flotan en su superficie. Son susceptibles de ser incorporadas al revestimiento de la banda y, por tanto, de crear defectos. Estas matas de reducida densidad, que
- 20 **[0004]** A tal efecto, de forma más clásica, manteniéndose un operador cerca de la bandeja empuja, con la ayuda de una herramienta, las matas en dirección de un recipiente situado a distancia de las zonas de entrada y de salida de la banda, siendo este recipiente extraído a continuación de la bandeja y vaciado con la ayuda de un sistema robotizado o no. En otros casos, el operador empuja las matas en dirección de una zona de la bandeja donde un dispositivo tal como un robot las evacua hacia un recipiente exterior a la bandeja, en la que se recogen.
- 25 **[0005]** Esta operación es incómoda y potencialmente peligrosa para el operador, ya que debe mantenerse a proximidad inmediata de un baño de metal líquido caliente, con las contrariedades y los riesgos vinculados al calor y a la posibilidad de proyecciones del metal líquido. Por otro lado, el sistema de control del espesor de revestimiento depositado sobre la banda está constituido por boquillas de soplado y puede utilizar unos gases inertes tales como el nitrógeno a fin de limitar la oxidación del revestimiento. La utilización de estos gases inertes es también una fuente
- 30 **[0006]** Además, esta operación de limpieza de las matas impone una limitación de la velocidad de desplazamiento de la banda, ya que una velocidad elevada favorece la producción de las matas, que el operador y el robot deben tener tiempo de evacuar.
- 35 **[0007]** Igualmente, cuanto más elevada sea la velocidad de la banda, las boquillas de control del espesor de revestimiento deberán proyectar una cantidad de gas más importante para mantener el espesor de revestimiento constante. Esto tiene como efecto aumentar la temperatura ambiente alrededor del baño, ya que el gas de soplado transporta el calor de la banda y del baño hacia la zona de trabajo de los operadores.
- 40 **[0008]** Por último, a fin de limitar las pérdidas de energía térmica vinculadas al calentamiento del baño, se tiene en cuenta que ciertas instalaciones nuevas de revestimiento se cubren por completo. Sería por tanto necesario, en este caso, limitar las intervenciones exteriores y, especialmente, la de un operador para la extracción de matas, a fin de evitar el descubierto demasiado frecuente de la instalación.
- 45 **[0009]** Existe por tanto una necesidad de incrementar la seguridad, la rapidez y la eficacia de la evacuación de las matas con respecto a esta técnica clásica, sin modificar por tanto radicalmente el procedimiento de galvanización en sí mismo y la concepción general de la instalación que lo implementa.
- 50
- 55

- [0010]** Una solución imaginada por ciertos siderúrgicos ha sido reemplazar, al menos en lo esencial, la intervención humana para la conducción de las matas en la zona de acción del robot por la acción de dispositivos electromagnéticos. Con la ayuda de campos deslizantes generados por unos inductores tales como unos motores lineales, unas fuerzas electromagnéticas, a las que el metal o la aleación metálica líquida son sensibles (fuerzas denominadas «magnetomotrices»), hacen desplazarse el metal o la aleación metálica líquida que lleva las matas en una zona de la bandeja donde el robot es activo, creando un camino de recirculación de las matas conduciéndolas en dicha zona. Tales dispositivos se describen, por ejemplo, en los documentos JP-A-10-053850, JP-A-54-33234, JP-A-2005-068545, JP-11-006046.
- 10 **[0011]** El documento JP-A-54-33234, por ejemplo, ilustra cómo disponer unos inductores de campo deslizante alrededor de la banda en su zona de salida de la bandeja, llevando los campos deslizantes las matas al rincón de la bandeja donde se encuentra una banda transportadora que evacua las matas fuera de la bandeja en un recipiente que las recoge. En su caso, la entrada de la banda en el baño de galvanización se efectúa, como es con frecuencia el caso, en el interior de un tubo que se sumerge en el baño y conectado más arriba del horno de recocido y las matas que se han sedimentado en la superficie del baño no pueden estar en contacto con la superficie de la banda en esta zona. Basta por tanto con colocar unos inductores en el entorno de la zona de salida de la banda.
- 15 **[0012]** El documento JP-A-10-053850 ilustra cómo disponer unas pantallas paralelamente a la banda en su zona de entrada en la bandeja y unos inductores de campo deslizante están dispuestos cerca de dos extremos de cada pantalla. Los campos magnéticos generados de este modo permiten atraer las matas fuera de la zona comprendida entre las pantallas y que incluyen la banda.
- [0013]** En el caso en que no haya robot, tales dispositivos permiten de cualquier forma facilitar el trabajo del operador que solo tiene que actuar en una zona de la bandeja cuya superficie está relativamente limitada.
- 25 **[0014]** La experiencia muestra, no obstante, que la eficacia de estos dispositivos tendría interés en ser mejorada aún más. En particular, una evacuación tan completa como posible de las matas sin intervención humana se debería poder realizar y esto con un mínimo de inductores. Óptimamente, un solo inductor podría ser suficiente si la bandeja es de reducidas dimensiones.
- 30 **[0015]** El objeto de la invención es proponer un procedimiento y un dispositivo de alejamiento de las matas de reducida densidad que flota en la superficie del baño de galvanización garantizando una mejor eficacia que los dispositivos conocidos, utilizando un mínimo de inductores.
- 35 **[0016]** A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de galvanización al temple de una banda de acero en desplazamiento en un baño líquido de metal, tal como el cinc, o de aleación metálica contenido en una bandeja, según el que se alejan de la superficie de la banda las matas que se forman durante la galvanización y flotan en la superficie del baño, por medio de al menos un inductor, produciendo cada inductor un campo electromagnético deslizante orientado según una dirección dada y generando una fuerza magnetomotriz, desplazando el conjunto de dichas fuerzas magnetomotrices dichas matas en dirección de un recipiente encargado de recogerlas y/o en dirección de una zona de la superficie del baño de dónde se evacuan, caracterizado porque, para al menos uno de dichos inductores, se invierte por intermitencia dicha dirección de su campo electromagnético deslizante de manera que se modifiquen los flujos de las matas en el interior de la bandeja.
- 40 **[0017]** Entre dichos inductores, se pueden disponer al menos dos de entre ellos a lo largo de la zona de salida de la banda del baño y se invierte por intermitencia la dirección de sus campos magnéticos respectivos.
- 45 **[0018]** La invención tiene igualmente como objeto una instalación de revestimiento al temple de una banda de acero, que consta de una bandeja que contiene un baño líquido de metal o de aleación metálica en el que se desplaza la banda y al menos un inductor, creando cada inductor un campo electromagnético y unas fuerzas magnetomotrices que contribuyen a conducir las matas generadas durante el revestimiento cerca de un recipiente destinado a recibir las y/o en la zona de acción de un robot o de un operador que las conduce a dicho recipiente, caracterizado porque al menos uno de dichos inductores consta de un dispositivo que permite invertir la dirección del campo electromagnético generado por dicho inductor.
- 50 **[0019]** Puede constar de al menos dos inductores situados a ambos lados de la zona de salida de la banda del baño y dichos inductores constan cada uno de un dispositivo que permite invertir la dirección del campo electromagnético que genera.
- 55

[0020] Dichos inductores pueden estar montados sobre unas superestructuras que permiten regular su emplazamiento por encima de la bandeja y su distancia con la superficie del baño.

5 **[0021]** Dicha instalación puede constar de unos dispositivos automatizados de servomecanismo de la distancia entre cada uno de los inductores y el nivel de la superficie del baño.

[0022] Según un modo de realización, dos inductores controlar la banda en su zona de salida del baño de manera que alejen las matas de las superficies de la banda haciéndolas desplazarse paralelamente a ella y dos
10 inductores están dispuestos cada uno a lo largo de una pared de la bandeja, casi en la prolongación de los otros dos inductores.

[0023] En este caso, la bandeja que contiene el baño tiene una forma general rectangular, el recipiente en el que se recogen las matas y/o la zona de acción del robot o del operador desde la que se evacuan, se coloca en un
15 rincón de la bandeja de forma opuesta a uno de los inductores y en el rincón de la bandeja opuesto al otro de los inductores se coloca un inductor destinado a orientar las matas hacia dicho recipiente.

[0024] La instalación puede constar de unos medios de control de la inversión de la dirección del campo electromagnético generado por al menos un inductor que están en sí mismos sometidos a un dispositivo que permite
20 evaluar la cantidad de matas acumuladas en al menos una zona de la bandeja y determinar el momento en que tal inversión es conveniente.

[0025] Al menos uno de dichos inductores puede ser un motor lineal trifásico.

25 **[0026]** De preferencia, al menos uno de los denominados motores lineales trifásicos es del tipo en el que las bobinas rodean el núcleo magnético.

[0027] Como se habrá comprendido, la invención se basa en la utilización de inductores de campo deslizante de los cuales al menos uno de entre ellos presenta la posibilidad de hacer variar por intermitencia la dirección del
30 campo deslizante durante su utilización, por tanto la dirección de la fuerza magnetomotriz que provoca el desplazamiento de las matas. Eventualmente, si la bandeja que contiene el metal líquido de revestimiento es de reducidas dimensiones, la presencia de un solo inductor puede ser suficiente, si la dirección de su campo deslizante puede, según la invención, ser invertida por intermitencia.

35 **[0028]** Esta variación de dirección del campo permite no tener una configuración constante de los caminos privilegiados de circulación de las matas en la superficie del baño.

[0029] En efecto, los inventores han constatado que tal constancia de los caminos de circulación era nefasta para la eficacia del dispositivo electromagnético de accionamiento de las matas. Conduce a la creación de zonas
40 muertas y de bucles de recirculación cerradas, localizadas en ciertas zonas de la bandeja. Las matas tienen por tanto tendencia a permanecer o a acumularse y no pueden ser retiradas por tanto por el robot si la zona de acción de este no concierne a las zonas muertas y las zonas donde se sitúan los bucles de recirculación. Si están, además, alejadas del recipiente que recoge las matas, es necesario que un operador las conduzca al recipiente o la zona de acción del robot, con todos los inconvenientes que se han citado anteriormente en términos de seguridad y de
45 condiciones de trabajo.

[0030] La inversión (efectuada a intervalos regulares o no) de la dirección del campo generado por al menos un inductor, de preferencia al menos por unos inductores que controlan los dos lados de la banda en su zona de penetración en la bandeja, permite modificar el camino de circulación de las matas. De este modo, las zonas
50 muertas y los bucles de recirculación que han podido instaurarse cuando los campos tenían una dirección dada «se rompen» por la inversión de esta dirección y las matas que se habían acumulado eventualmente se vuelven a llevar al circuito de circulación que las conduce hacia la zona de acción del robot, incluso directamente hacia el recipiente que las recoge. Una intervención humana para efectuar esta nueva puesta en circulación de las matas ya no es necesaria por tanto. Igualmente, el número de inductores que serían necesarios para evacuar las matas presentes
55 en el conjunto de la superficie del baño se puede reducir, sabiendo que no es forzosamente necesario que una zona dada de la bandeja, en particular las situadas relativamente lejos de la banda, sea correspondiente de forma permanente por las corrientes de circulación.

[0031] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada

en referencia a las figuras anexas siguientes:

- la figura 1 representa un ejemplo de motor lineal que se puede utilizar en el marco de la invención;
- la figura 2 representa el esquema eléctrico del motor lineal de la figura 1;
- 5 - las figuras de 3 a 5 representan esquemáticamente las variaciones de la orientación de las fuerzas magnetomotrices generadas por el motor lineal de la figura 1 en función de la frecuencia de la corriente que lo recorre;
- la figura 6 representa esquemáticamente en perspectiva un ejemplo de instalación de galvanización a la que se puede aplicar la invención;
- 10 - las figuras 7 y 8 muestran esquemáticamente en vista desde arriba la instalación de la figura 6 para dos configuraciones posibles de flujo de las matas que se pueden realizar según la invención;
- la figura 9 muestra esquemáticamente en vista desde arriba una variante de la instalación de la figura 6 en la que se utiliza un motor lineal suplementario.

15 **[0032]** La concepción general de los motores lineales trifásicos que, según un ejemplo privilegiado de la invención, garantizan la creación de los campos deslizantes, es clásica, pero su dimensionamiento y sus características deben ser adecuados a las necesidades de la instalación. Una limitación es, en particular obtener una eficacia satisfactoria del campo deslizante cuando el motor se coloca a una distancia del baño de galvanización óptimamente comprendida entre 20 y 100 mm, distancia a la que se evita en general que la superficie del baño no
20 entre en contacto con el motor, o que unas proyecciones de cinc líquido no lo deterioren.

[0033] Teóricamente, una distancia motor-baño de 1 a 350 mm es posible (debe ajustarse también en función del paso polar y de la potencia del motor), sabiendo que cuanto más reducida sea esta distancia, más elevada será la eficacia del motor, siendo todas las cosas iguales por otro lado. Pero la geometría y las condiciones precisas de
25 funcionamiento de la instalación de galvanización se deben considerar para la elección de la distancia óptima. Los motores están montados por otro lado óptimamente cada uno en una potencia que permite regular su emplazamiento exacto por encima del baño, incluyendo la altura, según las necesidades instantáneas de la implementación de la invención que pueden variar según diversos parámetros tales como:

- 30 - la velocidad de desplazamiento de la banda y sus variaciones, que crean unas perturbaciones más o menos importantes en la superficie del baño;
- la velocidad de formación de las matas, que depende por otro lado entre otros de la velocidad de desplazamiento de la banda, y que, cuando es importante porque la banda se desplaza rápidamente, puede necesitar una eficacia máxima de los motores para alejar las matas de la banda; se tendrá entonces interés en colocar los motores lo más
35 cerca posible de la superficie del baño.

[0034] La dimensión en longitud y en volumen de cada motor debe ser tal que el motor pueda encontrar su lugar en la línea de producción, teniendo en cuenta unas dimensiones usuales de la bandeja, de la banda y del espacio disponible para implantar los motores por encima de la bandeja, sobre todo cuando se desea implantarlos
40 en una instalación pre-existente. Prácticamente, la longitud de un motor es de 200 a 2.000 mm, su ancho de 100 a 1.000 mm y su altura de 50 a 600 mm.

[0035] La longitud y el ancho del motor definen su superficie activa: cuanto mayor sea la superficie activa, mayor será la zona barrida por el motor, pero también la dimensión del motor será más importante, lo que puede
45 dificultar su colocación. Por supuesto, todos los motores de una misma instalación no son forzosamente idénticos. La elección de las dimensiones del motor está adaptada al tamaño de la zona que debe barrer. Óptimamente, los motores que controlan la banda tienen una longitud del orden del ancho de la banda para garantizar que las matas estén distanciadas del conjunto de la zona de penetración de la banda en el baño de galvanización. Pero esta condición no se cumple siempre en unas instalaciones destinadas a tratar unas bandas de anchos diversos (de 600
50 a 2.000 mm por ejemplo). Para remediarlo, se puede considerar:

- disponer de varios juegos de motores, de anchos diferentes y que se pueden cambiar rápidamente entre dos operaciones de galvanización de bandas de anchos diferentes;
- o como se considerará más adelante, utilizar varios motores colocados lado a lado y que pueden estar en
55 funcionamiento o fuera de servicio según el ancho de la banda que se va a revestir.

[0036] El paso polar del motor, es decir la distancia entre dos bobinas alimentadas por la misma fase, puede variar de 50 a 700 mm. Corresponde a la zona de acción del campo magnético. Cuanto más reducido sea el paso polar, más necesario será colocar el motor cerca de la superficie del baño para obtener una eficacia dada del

accionamiento de las matas. Una colocación del motor a 100 mm de la superficie del baño se acompaña generalmente de la elección de un paso polar del orden de 300 mm teniendo en cuenta otras características preferidas de los motores.

5 **[0037]** La frecuencia de funcionamiento de los motores puede ir de 1 a 500 Hz. Influye en la dirección de la fuerza magnetomotriz en el Zn líquido, como se ha visto más arriba. La fuerza es óptimamente tan tangencial como sea posible con respecto a la superficie del baño, de manera que no se cree agitación fuera de la proximidad inmediata de la superficie (en particular una agitación que tendería a volver a colocar en el núcleo del baño las matas que se hayan sedimentado al fondo de la bandeja o las que flotan en la superficie) y garantizar un
10 desplazamiento tan eficaz como sea posible de las matas que flotan en la superficie. Siendo todas las cosas iguales por otro lado, especialmente el paso polar, la fuerza electromagnética es más tangencial cuando la frecuencia es reducida.

15 **[0038]** La intensidad de la corriente que atraviesa cada muesca de los motores debe ser suficiente para crear una fuerza magnetomotriz de 1.000 a 20.000 amperios-vueltas, sabiendo que para un enroscamiento dado, cuanto más elevada es la intensidad de la corriente, mayor será la fuerza magnetomotriz generada.

[0039] La figura 1 representa esquemáticamente un motor lineal trifásico de un tipo conocido en sí mismo, que se puede utilizar como inductor en el marco de la invención. Consta, clásicamente, de un núcleo magnético 1 de longitud L y de ancho l constituido por un ensamblaje de hojas de hierro dulce. El hierro dulce se utiliza para maximizar el flujo magnético y la construcción de hojas permite reducir la aparición de corrientes de Foucault, por tanto las pérdidas por efecto Joule. El núcleo consta de unas ranuras 2 en las que se colocan unos conductores eléctricos que forman unas bobinas 3-8, estando estas bobinas 3-8 conectadas en sí mismas unas a otras para formar unos enroscamientos. En el ejemplo representado, se trata de un motor trifásico, que consta de tres
20 enroscamientos de dos bobinas dispuestas en alternancia. La bobina 3 está unida por tanto a la bobina 6, la bobina 4 está unida a la bobina 7 y la bobina 5 está unida a la bobina 8. Cada bobina 3-8 está alimentada con un desfase de $2\pi/3$ para crear el campo magnético deslizante que va a crear la fuerza magnetomotriz que desplaza las matas según la misma dirección que el campo. Las bobinas 3-8 se pueden refrigerar por una circulación interna de agua.

30 **[0040]** La figura 2 muestra el esquema eléctrico del motor, con la conexión en estrella que muestra la alternancia de las conexiones de las bobinas.

[0041] Para la implementación fácil de la invención, se prevé un inversor de fase 30 que permite, en una sola operación de accionamiento, modificar las conexiones de las bobinas vinculadas a las fases 1 y 2 (respectivamente, 35 en el ejemplo representado, las bobinas 3, 5, 6, 8) de forma que se pueda invertir instantáneamente la dirección del campo deslizante, sabiendo que las conexiones de las bobinas 4, 7 vinculadas a la fase 3 siguen inalteradas. Así, en la configuración representada en líneas continuas en la figura 2, donde las bobinas 3 y 6 están vinculadas a la fase 1 y las bobinas 5 y 8 a la fase 2, el campo se desliza de izquierda a derecha según la flecha 31. En la configuración representada en líneas discontinuas en la figura 2 donde las bobinas 3 y 6 están vinculadas a la fase 2 y las bobinas
40 5 y 8 están vinculadas a la fase 1, el campo se desliza de derecha a izquierda según la flecha 32.

[0042] El paso polar del motor, es decir la distancia «p» entre dos bobinas alimentadas por la misma fase, por ejemplo las bobinas 3 y 6 en el ejemplo representado, es, como se ha dicho, de 50 a 700 mm. Un paso polar de 300 mm para un motor de longitud de 600 a 700 mm resulta ser un buen compromiso entre los diferentes imperativos
45 que se van a conciliar:

- un paso polar suficientemente largo para que no sea necesario colocar el motor a una distancia demasiado reducida del baño de galvanización, lo que podría deteriorarlo;
- un paso polar suficientemente reducido para no conducir a un motor cuya longitud sería exageradamente grande.

50 **[0043]** Las figuras de 3 a 5 esquematizan las fuerzas magnetomotrices y sus orientaciones en el baño de galvanización 9 para unas frecuencias de la corriente que recorre el motor de 10 Hz (figura 3), 50 Hz (figura 4) y 250 Hz (figura 5). Las flechas representan, en función de sus orientaciones y de sus longitudes, las direcciones privilegiadas de dichas fuerzas y sus intensidades. Se ve que, como se ha dicho, cuanto más baja es la frecuencia, más se ejerce la fuerza magnetomotriz tangencialmente a la superficie 10 del baño, y es por tanto eficaz, a intensidad de corriente igual, para hacer desplazarse las matas en la dirección deseada. Pero una frecuencia reducida conduce a una intensidad reducida de las fuerzas magnetomotrices. La elección de la frecuencia de la corriente se debe efectuar también en combinación con la del paso polar para obtener la geometría de la instalación más favorable para su buen funcionamiento. Se considera finalmente preferible tener una frecuencia relativamente

baja y un paso polar relativamente elevado para no estar obligado a colocar el motor a una distancia demasiado reducida del baño, a fin de obtener una fuerza magnetomotriz de intensidad no obstante conveniente y que se ejerce principalmente según una dirección eficaz para la buena circulación de las matas. Una corriente de frecuencia 10 Hz, un paso polar de 300 mm, un motor de longitud total de 600 a 700 mm que consta de seis bobinas de 96 5 espiras, recorridas cada una por una corriente de intensidad 150 A y que proporciona por tanto una fuerza magnetomotriz de 15.000 amperio-vueltas representa un buen compromiso si se coloca a una distancia de 50 a 100 mm de la superficie 10 del baño 9.

[0044] Los motores lineales más clásicos constan de un plano de enrollamiento, con unas bobinas planas 10 que atraviesan el núcleo (véase por ejemplo el documento EP-A-0 949 749). Pero para una mayor compacidad del motor, en particular de ancho, es preferible conferirle la configuración representada esquemáticamente en las figuras, donde las bobinas 3-8 están dispuestas alrededor del núcleo 1. El documento «Fluid flow in a continuous casting mold driven by linear induction motors» (ISIJ International, 2001, vol.41 N°8, pp851-858) descrito más en detalle de tales motores lineales.

[0045] La figura 6 representa esquemáticamente una instalación de galvanización equipada, en el ejemplo representado, de cuatro motores lineales 11-14 del tipo del de la figura 1 y aptos para la implementación de la invención. De forma clásica, esta instalación consta de una bandeja 15 de forma general rectangular, provista de medios de mantenimiento de temperatura del baño líquido 9 de cinc o, más generalmente, de aleación de cinc (o, recordemos, de cualquier otro metal o aleación metálica susceptible de ser utilizada para el revestimiento de la banda 16), que contiene. La banda en desplazamiento 16 que se va a galvanizar penetra en el baño 9 según una dirección oblicua. Muy a menudo, como se ha dicho, se efectúa esta penetración, de hecho, en el interior de un tubo de protección, conectado en su parte anterior a la línea de recocido que ha permitido regular la temperatura de la banda a un valor próximo al del baño 9. Por razones de claridad, este tubo no se ha representado en la figura 6, al 25 igual que en las figuras 7, 8 y 9. La banda 16 pasa alrededor de un rodillo situado en el interior de la cuba 15 y sale del baño 9 verticalmente, revestida de su capa de galvanización, en dirección de los otros elementos de la instalación de galvanización conocidos en sí mismos y que no tienen influencia sobre la concepción de la invención. Como se conoce, la banda 16 galvanizada pasa, a su salida del baño 9, entre dos dispositivos de soplado de gas 17, 18 que ajustan el espesor del revestimiento sobre cada una de las superficies de la banda 16 y lo refrigeran, 30 contribuyendo así a su buena solidificación. Para recoger las matas, se puede colocar en un rincón de la bandeja 15 un recipiente en el que las matas se pueden recoger después de haber sido impulsadas con la ayuda de los motores 11-14. Entonces, como se representa, un robot 20 dispuesto cerca de la bandeja 15 se puede desplazar en todas las direcciones del espacio a fin de extraer las matas del baño 9 y enviarlas en un recipiente 19 colocado al lado de la bandeja 15.

[0046] Los motores lineales 11-14 están dispuestos en unas superestructuras 21-24 que permiten modificar sus posiciones respectivas por encima del baño 9 para optimizar:

- la situación de la zona de acción de cada motor 11-14;
- 40 - y la distancia vertical entre la superficie 10 del baño 9 y cada uno de los motores 11-14.

[0047] En efecto, debido al consumo progresivo del cinc durante la galvanización, el nivel del baño 9 tiende a disminuir durante el funcionamiento y si la distancia entre el motor 11-14 y la superficie 10 aumenta, la fuerza magnetomotriz disminuye. Una disminución progresiva del motor 11-14 por su superestructura 21-24 permite 45 conservar constante esta distancia, conservar por tanto constante la fuerza magnetomotriz en dirección y en intensidad, siendo todas las cosas igual por otro lado. Otro medio de actuación sobre la fuerza magnetomotriz es aumentar la intensidad de la corriente que atraviesa el motor 11-14. Por supuesto, se puede combinar una regulación de la distancia entre el motor 11-14 y la superficie 10 del baño 9 y una regulación de la intensidad de la corriente para controlar la fuerza magnetomotriz. Unos medios pueden estar previstos para someter 50 automáticamente la distancia entre cada motor 11-14 y la superficie 10 del baño a la variación del nivel de dicha superficie 10.

[0048] La disposición de los diferentes elementos principales de la instalación tal como se representa en la figura 6 aparece también en las figuras 7 y 8. Dos motores 11, 12 controlan la banda 16 en su zona de salida del 55 baño 9 de manera que se alejen las matas de las superficies de la banda 16 haciéndolas desplazarse paralelamente a ella. Dos motores 13, 14 están dispuestos, en el ejemplo no limitativo representado, cada uno a lo largo de una pared lateral de la bandeja 15 y paralelamente a esta, casi en la prolongación de los otros dos motores 11, 12, de forma que se recorra dicha pared a las matas que penetran en sus zonas de acción respectivas y a enviarlos hacia la zona de acción 25 del robot 20 que los impulsa en el recipiente 19 situado a proximidad inmediata de la bandeja

15. En el ejemplo representado, la zona de acción 25 del robot 20 se sitúa de forma opuesta a uno 14 de los motores dispuestos a lo largo de una pared lateral de la bandeja 15.

[0049] El paralelismo de las paredes laterales de la bandeja 15 y de los motores 13, 14 representado en las figuras 6, 7 y 8 solo es, como se ha dicho, un ejemplo de disposición no limitativo. La orientación de estos motores 13, 14 se debe optimizar según la configuración precisa de la bandeja 15 y el emplazamiento preciso de la zona de acción 25 del robot 20. Esta optimización puede conducir a disponer al menos uno de estos motores 13, 14 oblicuamente con respecto a la pared lateral de la bandeja 15 de la que está cerca.

10 **[0050]** Los inventores han constatado que la eficacia de tal sistema, que funciona en régimen permanente con unas fuerzas magnetomotrices casi constantes al menos en dirección, no permitía llegar a una eficacia máxima de la evacuación de las matas.

[0051] En efecto, se asiste a plazo, debido a la estabilidad de los flujos en la superficie del baño 9, a la creación de zonas muertas donde las matas se acumulan y permanecen inmóviles sin ser captables por uno de los motores 11-14 y también de zonas en las que las matas circulan en bucles, teniendo pocas posibilidades de escapar para alcanzar el flujo normal de circulación que debe conducirlos a la zona de acción 25 del robot 20 (o directamente en el recipiente 19 si este está colocado en la bandeja 15 en sí). Se observa por tanto una acumulación de las matas en ciertas zonas, que puede terminar por constituir una fuente de polución para el conjunto del baño 9 y deteriorar la calidad de la galvanización.

[0052] La invención resuelve este problema previendo que al menos uno de los motores 11-14 dispone de medios que permiten invertir la dirección del campo electromagnético que genera, por tanto la dirección de la fuerza magnetomotriz que hace desplazarse las matas. Esta inversión puede tener lugar sistemáticamente en unos intervalos de tiempo predeterminados y estar controlada manualmente o automáticamente, habiendo permitido unas experiencias previas determinar con qué frecuencia óptima se debe efectuar esta inversión en función de las condiciones de la galvanización (especialmente la velocidad de desplazamiento de la banda 16, la naturaleza del baño 9...). Puede tener lugar también de forma irregular, en unos momentos determinados por el operador de la instalación o por un dispositivo automatizado cualquiera que funciona, por ejemplo, siendo sometido a unos medios de evaluación de la cantidad de matas acumuladas en una o unas zonas determinadas de la bandeja 15.

[0053] Esta evaluación de la cantidad de matas acumuladas se puede proporcionar, por ejemplo, por un análisis de las imágenes captadas por unas cámaras (infrarrojos u otras) que apuntan a las zonas de acumulación potencial de las matas. Hace posible para un operador o un dispositivo automático de gestión de la instalación de galvanización, estimar que la acumulación de las matas en uno o varios lugares de la superficie 10 del baño 9 está a punto de volverse excesiva o ya lo es y que es por tanto deseable proceder a dicha inversión de la dirección del campo de al menos uno de los motores 11-14.

[0054] La inversión de la dirección de la fuerza magnetomotriz asociada al(a los) motor(es) 11-14 correspondiente(s) provoca una perturbación transitoria de la circulación de las matas, que permite agitar así unas zonas antes estables (zonas muertas o bucles de recirculación). Esta agitación vuelve a llevar las matas que se encuentran en estas zonas en el seno del nuevo camino privilegiado de circulación de las matas que se crea así y dichas matas se pueden evacuar. Este nuevo camino de recirculación va a crear, a su vez, nuevas zonas muertas y bucles de recirculación, pero se podrán «romper» de la misma forma por una inversión posterior de la dirección del campo creado por al menos uno de los inductores 11-14.

[0055] Estos medios de inversión del campo del inductor 11-14 pueden estar constituidos, de manera muy simple, por un conmutador que modifica la alimentación de las diferentes bobinas 3-8. Para ello, como se ha visto y representado en la figura 2, basta con prever un conmutador de fase 30 que modifica la alimentación de las bobinas del motor. Este conmutador 30 está instalado en el armario eléctrico de pilotaje de la instalación y puede ser controlado a distancia por un operador y/o por un sistema automático. El cambio de dirección del campo deslizante es instantáneo.

[0056] En el caso representado en las figuras 7 y 8, están los motores 11, 12 que rodean la banda 16 en su zona de salida del baño 9 que están equipados con medios de inversión del sentido del campo electromagnético que generan.

[0057] En el caso de la figura 7, se ha representado un primer estado de funcionamiento de los motores 11-14 en el que los motores 11, 12 accionan los dos las matas hacia la pared lateral izquierda de la bandeja 15. Son

extraídas por el campo generado por el motor 14 situado a lo largo de esta pared lateral izquierda 26 y enviadas en dirección del recipiente 19 si este está integrado en la bandeja 15 o, como se representa, en la zona de acción 25 del robot 20. Simultáneamente, el motor 13 situado a lo largo de la pared lateral derecha 27 de la bandeja 15 envía las matas que capta su campo electromagnético a lo largo de la pared lateral derecha 27 hacia la zona de acción 25 del robot 20. Estas matas tienden igualmente a ser desviadas por la pared frontal 28 de la bandeja 15 en dirección de la zona de acción 25 del robot 20. Las diferentes flechas representadas en la figura 7 (del mismo modo que en las figuras 8 y 9) muestran los desplazamientos de las matas inducidas por las fuerzas magnetomotrices generadas por los diferentes motores 11-14.

10 **[0058]** La figura 8 representa un segundo estado de funcionamiento de los motores 11-14, en el que las direcciones de los campos generados por los motores 11, 12 controlan la banda 16, al cabo de un cierto tiempo de utilización de la configuración de la figura 7, se han invertido, según la invención, con respecto al caso de la figura 7. Esta vez, las matas que se encuentran cerca de la banda 6 están orientadas hacia el motor 13 situado a lo largo de la pared lateral derecha 27 de la bandeja 15. Los motores 13, 14 funcionan como en el caso de la figura 7. Esta
15 inversión es ya suficiente para crear unos movimientos de las matas en la superficie 10 del baño 9 que son capaces de «romper» las zonas muertas y las zonas de recirculación creadas en la configuración de la figura 7.

[0059] Se volverá a pasar de forma manual o automática a la configuración de la figura 7 cuando la acumulación de las matas en las nuevas zonas muertas y bucles de recirculación creados esté a punto de volverse
20 excesiva, como se ha descrito anteriormente.

[0060] En el ejemplo representado, los dos motores 11, 12 que controlan la banda 16 accionan los dos las matas en la misma dirección. Pero esta configuración no es obligatoria, se puede prever, si la localización de las matas que se va a desplazar lo necesita, que las direcciones de los campos de dichos motores 11, 12 sean
25 opuestas y esto de forma permanente o temporal.

[0061] Igualmente, en el ejemplo representado, los dos motores 11, 12 que controlan la banda 16 tienen la misma longitud y están exactamente opuestos. Pero esta configuración no es obligatoria y se puede prever que estos motores 11, 12 tienen unas longitudes diferentes y/o están desplazados uno con respecto al otro, si se
30 demuestra que esto es fructífero para la buena evacuación de las matas en la configuración particular de la bandeja 15 utilizada.

[0062] La figura 9 presenta esquemáticamente una variante del caso de las figuras 6 a 8, en la que se ha añadido un quinto motor 29 dispuesto oblicuamente en el rincón delantero derecho de la bandeja 15. Está por tanto
35 situado en el recorrido de las matas impulsadas por el motor 13 situado a lo largo de la pared lateral derecha 27 de la bandeja 15 y tiene como función reforzar el efecto de este motor 13 en la expedición de las matas en dirección de la zona de acción 25 del robot 20. Se puede reducir así el tamaño de la zona de acción 25 del robot y, de manera general, aumentar la eficacia de la evacuación de las matas fuera de las proximidades de la banda 16 y en dirección de la zona de acción 25 del robot 20. Los motores 11, 12 que controlan la banda 16 tienen, como en el caso de las
40 figuras 7 y 8, sus campos electromagnéticos en alternancia en una u otra dirección.

[0063] Se puede considerar también que los diferentes motores 11-14 u 11-14, 29, o al menos ciertos de entre ellos, sean desplazables durante el funcionamiento en una dirección que les permita acompañar el desplazamiento de las matas y así asistir al desplazamiento de un grupo de matas dado durante una duración más
45 larga que si el motor 11-14 u 11-14, 29 solo les daba un solo impulso, cuando estás matas están situadas por debajo de la zona de acción inicial del motor 11-14 u 11-14-29.

[0064] Por supuesto, los ejemplos de las figuras 6-9 no son limitativos, tanto desde el punto de vista del número de motores como de su posición. Se puede prever también que otros motores distintos de los motores 11,
50 12 que controlan la banda 16 (además de ellos o en su lugar) pueden tener sus direcciones de acción invertibles. Pero, siendo los alrededores de la zona de salida de la banda 16 los más sensibles en términos de riesgos de polución del depósito de cinc, o de aleación metálica de revestimiento en general, por las matas (si la zona de entrada de la banda está protegida por un tubo conectado al horno de recocido como es con frecuencia el caso), está claro que, de preferencia, unos motores de una gran eficacia deben estar dispuestos. Y, sobre todo, si estos
55 motores 11, 12 son los más potentes del dispositivo, es de preferencia de estos de los que será más fructífero invertir las direcciones de acción. Se puede prever también reemplazar uno y/u otro de estos dos motores 11, 12, cuya longitud es, si es posible, del mismo orden que el ancho de la banda, por varios motores de tamaño más pequeño dispuestos unos al lado de otros y cuyos campos magnéticos tendrían la misma dirección. Esta puede ser una forma de resolver un problema de dimensión que podría plantear la implantación de un motor único de gran

tamaño en el baño, particularmente en el caso del motor 12 situado entre la zona de entrada de la banda 16 en el baño 9 y la zona de salida de la banda 16. Esta puede ser también una forma de hacer variar fácilmente el tamaño de la zona de acción de los motores que controlan la banda 16 en función del ancho de la banda 16 si esta toma varios valores diferentes en una misma instalación de revestimiento. Para ello, basta con poner eléctricamente fuera de servicio los motores que rebasan más allá del ancho de la banda 16, incluso igualmente desplazarlos a distancia de la bandeja 15.

[0065] Por supuesto, los ejemplos que se han descrito no son limitativos y otras disposiciones de los inductores son posibles, en particular cuando la zona donde la banda 16 entra en el baño 9 debe estar también exenta de matas si la banda 16 se encuentra al aire libre, o si el recipiente 19 que recoge las matas y/o la zona de acción 25 del robot 20 están colocadas en otra parte distinta de los ejemplos representados. El experto en la materia sabrá adaptar el número y la disposición de los inductores a la geometría particular de su instalación de revestimiento, siendo lo esencial la existencia de la posibilidad de invertir por intermitencia la dirección de acción de al menos uno de los inductores para evitar la perenización de las zonas muertas y de los bucles de recirculación en la superficie 10 del baño 9, que es propicia a la acumulación de matas.

[0066] Para unas bandejas 15 de reducidas dimensiones, es posible utilizar solo un motor único del que se hace variar por intermitencia la dirección del campo deslizante que genera. En este caso, puede ser sensato prever dos recipientes 19 situados cada uno en la prolongación de dicho motor pero de forma opuesta uno a otro, para recoger las matas desplazadas durante unos períodos durante los que el campo del motor se desliza según una u otra dirección.

[0067] A título de ejemplo no limitativo, para una implementación de la invención en una instalación de galvanización de bandas de acero de 650 a 1.350 mm de ancho que se desplazan normalmente a 60-120 m/min pero que se pueden desplazar a una velocidad superior a 200 m/min gracias a la utilización de la invención, se puede utilizar una bandeja 15 rectangular de 4 x 3,20 m y cuatro motores 11-14 dispuestos como en las figuras 6 a 8. Estos motores están alimentados por una corriente de frecuencia 10 Hz. Tienen cada uno un paso polar de 300 mm, una longitud total de 600 a 700 mm y constan cada uno de seis bobinas de 96 espiras, recorrida cada una por una corriente de intensidad 150 A y que procura por tanto una fuerza magnetomotriz de 15.000 amperio-vueltas.

30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de revestimiento al temple de una banda de acero (16) en desplazamiento en un baño líquido (9) de metal, o de aleación metálica contenido en una bandeja (15), según el que se alejan de la superficie de la banda (16) las matas que se forman durante el revestimiento y flotan a la superficie (10) del baño (9), por medio de al menos un inductor (11-14,29), produciendo cada inductor (11-14,29) un campo electromagnético deslizando orientado según una dirección dada y generando una fuerza magnetomotriz, desplazando el conjunto de dichas fuerzas magnetomotrices dichas matas en dirección de un recipiente (19) encargado de recogerlas y/o en dirección de una zona (25) de la superficie (10) del baño (9) de dónde se evacuan, **caracterizado porque**, para al menos uno de dichos inductores (11-14,29), se invierte por intermitencia dicha dirección de su campo electromagnético deslizando de manera que se modifiquen los flujos de las matas en el interior de la bandeja (15).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** entre dichos inductores (11-14,29), se disponen al menos dos (11, 12) de entre ellos a lo largo de la zona de salida de la banda (16) del baño y **porque** se invierte por intermitencia la dirección de sus campos magnéticos respectivos.
3. Instalación de revestimiento al temple de una banda de acero (16), que consta de una bandeja (15) que contiene en estado líquido un baño líquido (9) de metal o de aleación metálica en el que se desplaza la banda (16) y al menos un inductor (11-14, 29), creando cada inductor (11-14, 29) un campo electromagnético y unas fuerzas magnetomotrices que contribuyen a conducir las matas generadas durante la galvanización cerca de un recipiente (19) destinado a recibirlas y/o en la zona de acción (25) de un robot (20) o de un operador que las conduce a dicho recipiente (19), **caracterizada porque** al menos uno de dichos inductores (11-14,29) consta de un dispositivo que permite invertir la dirección del campo electromagnético generado por dicho inductor (11-14).
4. Instalación según la reivindicación 3, **caracterizada porque** consta al menos de dos inductores (11, 12) situados a ambos lados de la zona de salida de la banda (16) del baño (9) y **porque** dichos inductores (11, 12) constan cada uno de un dispositivo que permite invertir la dirección del campo electromagnético que genera.
5. Instalación según una de las reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizada porque** dichos inductores (11-14,29) están montados sobre unas superestructuras (21-24) que permiten regular su emplazamiento por encima de la bandeja (15) y su distancia con la superficie (10) del baño (9).
6. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** consta de unos dispositivos automatizados de servomecanismo de la distancia entre cada uno de los inductores (11-14,29) y el nivel de la superficie (10) del baño (9).
7. Instalación según una de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizada porque** dos inductores (11, 12) controlan la banda (16) en su zona de salida del baño (9) de manera que alejen las matas de las superficies de la banda (16) haciéndolas desplazarse paralelamente a ella y **porque** dos inductores (13, 14) están dispuestos cada uno a lo largo de una pared (26, 27) de la bandeja (15), casi en la prolongación de los otros dos inductores (11, 12).
8. Instalación según la reivindicación 7, **caracterizada porque** la bandeja (15) que contiene el baño (9) tiene una forma general rectangular, **porque** el recipiente (19) en el que se recogen las matas o la zona de acción (25) del robot (20) o del operador está situado en un rincón de la bandeja (15) de forma opuesta a uno de los inductores (13, 14) y **porque** en el rincón de la bandeja (15) opuesto al otro de los inductores (13, 14) se coloca un inductor (29) destinado a orientar las matas hacia dicho recipiente (19).
9. Instalación según una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizada porque** consta de unos medios de control de la inversión de la dirección del campo electromagnético generado por al menos un inductor (11-14, 29) que están en sí mismos sometidos a un dispositivo de evaluación de la cantidad de matas acumuladas en al menos una zona de la bandeja (15).
10. Instalación según una de las reivindicaciones 3 a 9, **caracterizada porque** al menos uno de dichos inductores (11-14, 29) puede ser un motor lineal trifásico.
11. Instalación según la reivindicación 10, **caracterizada porque** al menos uno de los denominados motores lineales trifásicos (11-14, 29) es del tipo en el que las bobinas (3-8) rodean el núcleo (1).

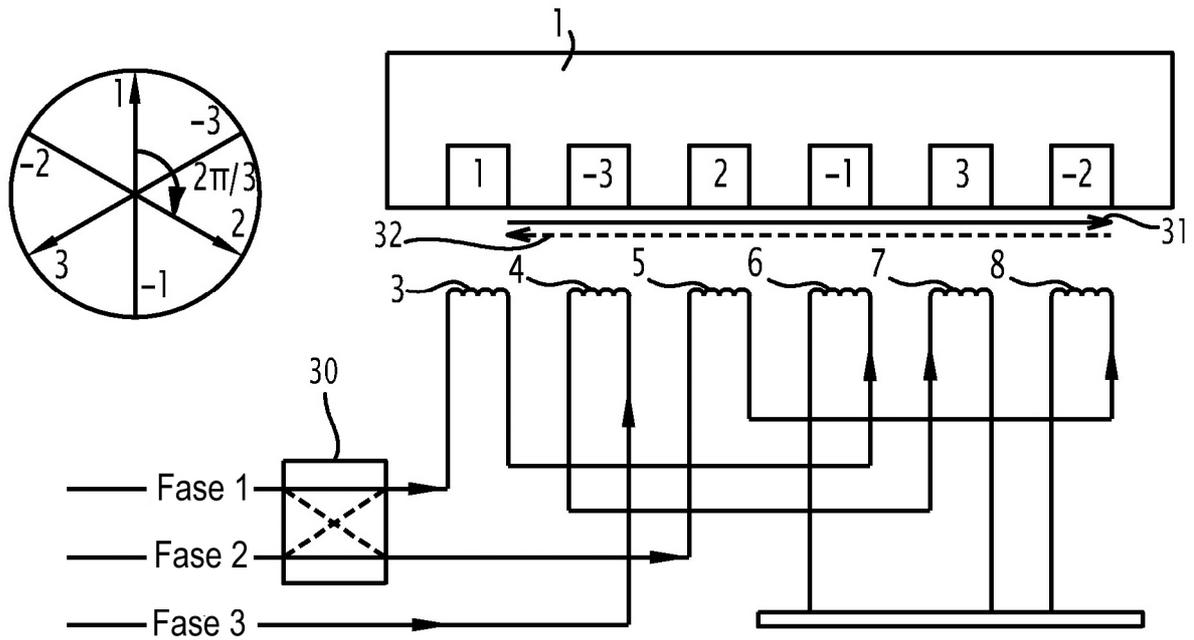


FIG. 2

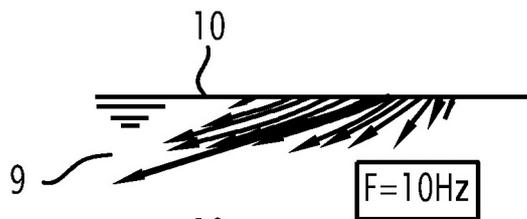


FIG. 3

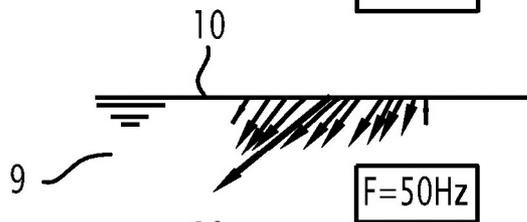


FIG. 4

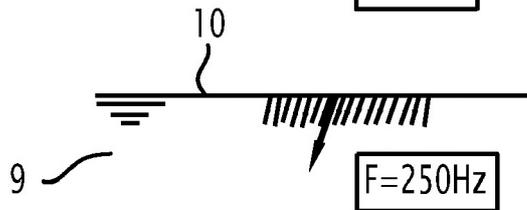


FIG. 5

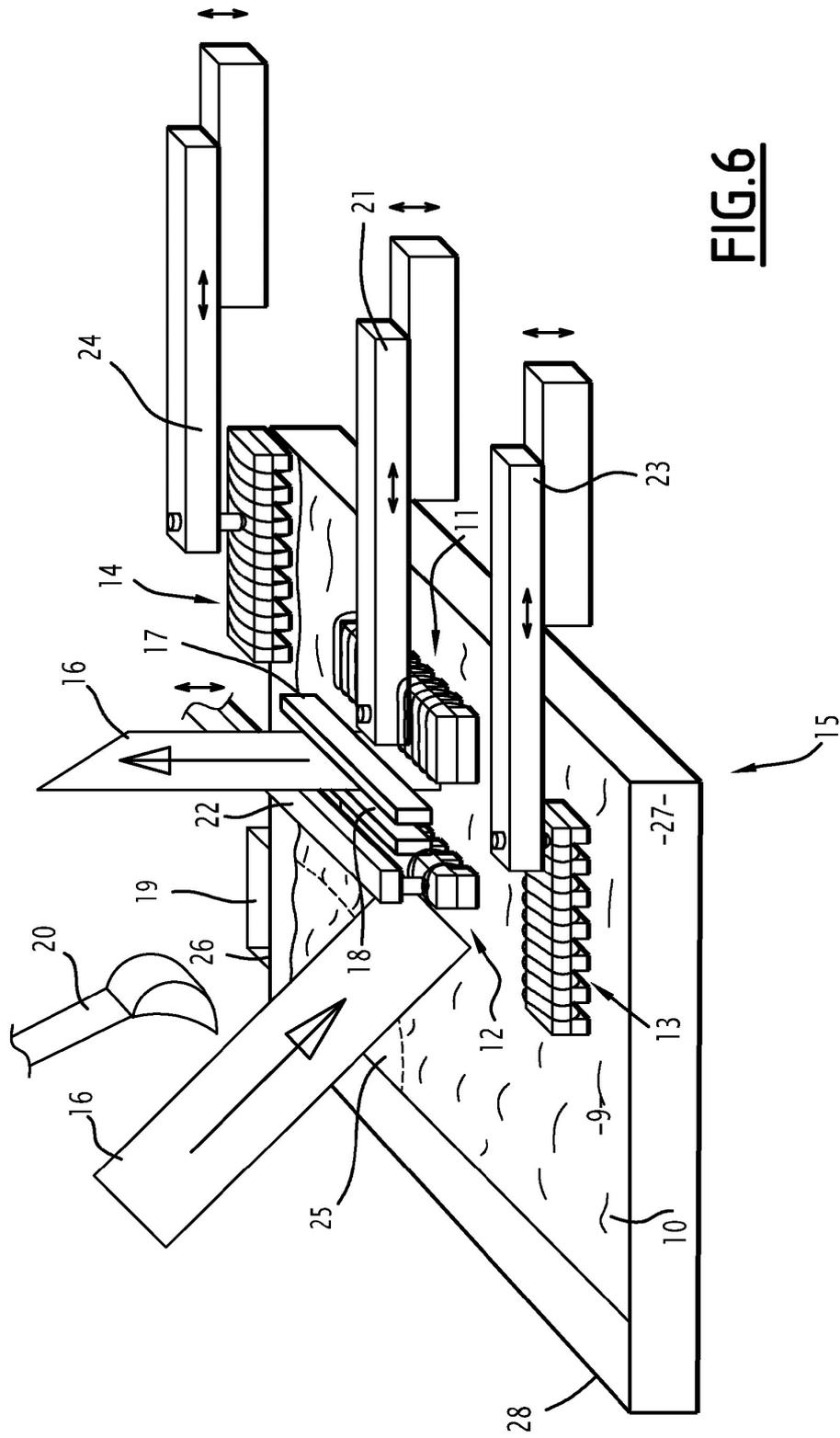


FIG. 6

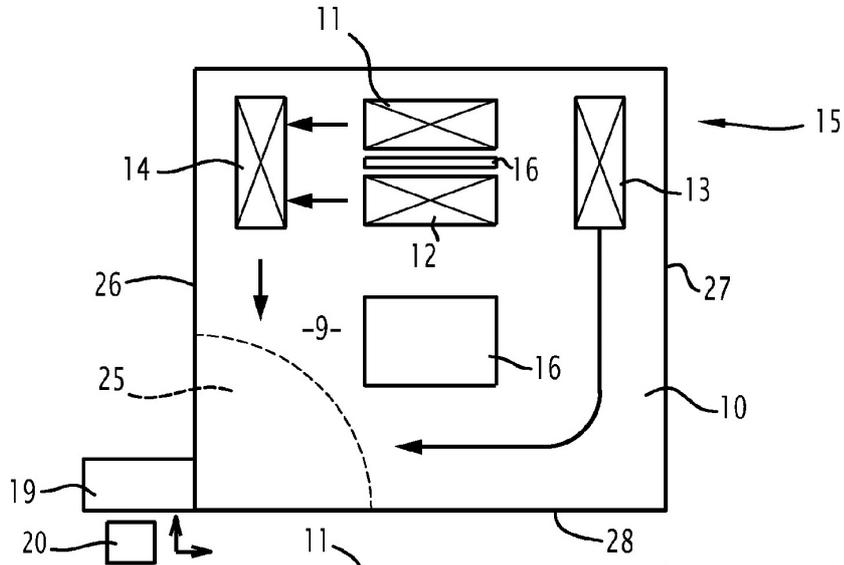


FIG. 7

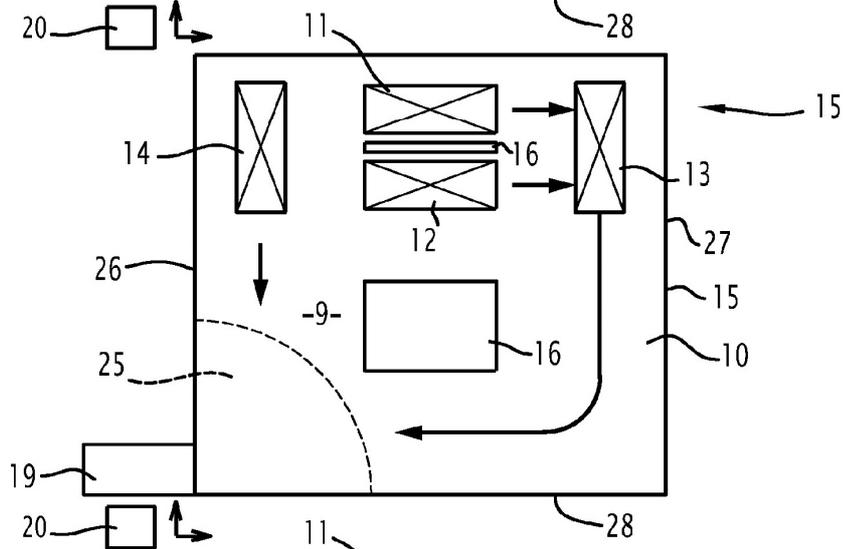


FIG. 8

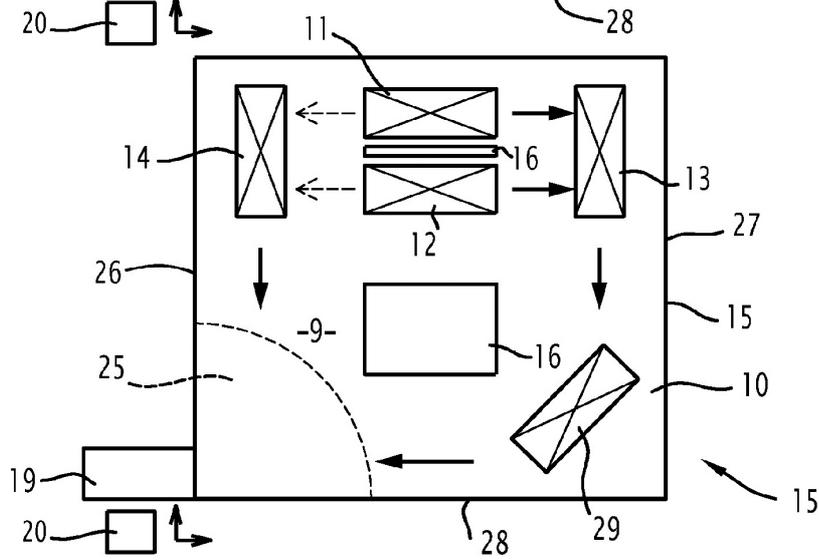


FIG. 9