

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 578**

51 Int. Cl.:

C23C 2/00 (2006.01)

C23C 2/40 (2006.01)

B05C 13/02 (2006.01)

B21B 37/00 (2006.01)

B65G 43/00 (2006.01)

H01F 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2012 E 12711242 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014 EP 2678460**

54 Título: **Dispositivo electromagnético para estabilizar y reducir la deformación de una banda hecha de material ferromagnético, y proceso relacionado**

30 Prioridad:

22.02.2011 IT MI20110268

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

13.04.2015

73 Titular/es:

**DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE, S.P.A.
(100.0%)
Via Nazionale 41
33041 Buttrio, IT**

72 Inventor/es:

**GUASTINI, FABIO y
MINEN, MICHELE**

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 533 578 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

Dispositivo electromagnético para estabilizar y reducir la deformación de una banda hecha de material ferromagnético, y proceso relacionado

5

Campo de la invención

[0001] La presente invención entra en el ámbito de los procesos y sistemas para el recubrimiento de cuerpos planos hechos de material ferromagnético tal como una banda de acero. En particular, la invención se refiere a un dispositivo para estabilizar una banda metálica hecha de material ferromagnético dentro del ámbito de un proceso para el recubrimiento de la misma banda de metal con metal fundido (por ejemplo, un proceso de galvanización). La presente invención también se refiere a un sistema para el recubrimiento de una banda de metal con metal fundido que comprende dicho dispositivo electromagnético. Por último, la presente invención se refiere a un procedimiento para estabilizar y/o corregir la deformación de una banda de material ferromagnético, tal como por ejemplo una banda de metal.

10

15

Estado de la técnica

[0002] Como es conocido, las bandas hechas de material ferromagnético, tal como por ejemplo bandas de metal, están recubiertas en el exterior por medio de un proceso de recubrimiento adecuado. Con referencia a la figura 1, un primer proceso de recubrimiento convencional proporciona pasar la banda metálica 4 en un baño de metal fundido 7 contenido en un crisol 111. La banda de metal 4 entra en el baño 7 desde la parte superior del crisol 111 en una cierta inclinación y es guiado fuera del crisol en la dirección vertical por medio de los rodillos 2, 3, que están sumergidos en el crisol. En particular, para obtener la trayectoria de la banda metálica 4, está dispuesto un rodillo 2 llamado "rodillo de inmersión", mientras que otros rodillos correctivos 3 se proporcionan para corregir en parte la deformación de la banda metálica 4, también llamados "ballesta", y para la estabilización parcial de los mismos.

20

25

[0003] Instalado aguas abajo del crisol 111, es decir, a la salida del baño de metal fundido 7, hay una unidad para eliminar el exceso de recubrimiento que consta de cuchillos de aire (aire o gases inertes) o cuchillos magnéticos 5 que limpie la superficie de la banda metálica 4 para devolver el exceso de metal fundido hacia el baño 7. A continuación, la banda de metal 4 se somete a enfriamiento por medio de enfriadores de chorro 5' dispuestos verticalmente a lo largo de la dirección de transporte de la propia banda. Entonces, la banda de metal 4 llega a un rodillo superior 6 en condiciones tales que no comprometen la calidad de la superficie recubierta después del contacto con el propio rodillo superior. Por lo tanto, este proceso de recubrimiento requiere que la banda metálica 4 está soportada verticalmente de manera que permanezca tensada sólo entre dos puntos, cuya distancia es normalmente entre 30 y 50 metros.

30

35

[0004] Con referencia a la figura 2, en lugar de utilizar grandes crisoles de metal fundido (hasta 400 toneladas), procesos de recubrimiento se han desarrollado recientemente proporcionando relativamente pequeños crisoles de contención magnéticos 111'. Dichos crisoles 111' no contienen partes móviles mecánicas, sino que comprenden un dispositivo electromagnético 8 por medio del cual el baño de metal fundido se mantiene suspendido mientras que la banda de metal 4 pasa a través del baño en la dirección vertical. Más exactamente, la banda de metal 4 entra en el crisol de contención magnética 111' desde una abertura de entrada 9 que se encuentra en la parte inferior del propio crisol, entonces sale desde una abertura de salida opuesta a la abertura de entrada.

40

45

[0005] En los dos procesos de recubrimiento descritos y esquematizados en las figuras 1 y 2, la banda metálica 4 está sujeta a vibraciones causadas principalmente por la presencia de los enfriadores a chorro 5' y de los cuchillos 5. En el caso del proceso en la figura 1, los espacios libres de los elementos de guía mecánicos empleados, en particular, los rodillos 2, 3, son fuentes de vibraciones, mientras que en el caso del proceso en la figura 2, el dispositivo electromagnético 8 para la levitación del metal fundido 7 es otra fuente de vibración. Como ya se ha indicado anteriormente, en el proceso en la figura 1 la banda de metal también se ve afectada por una deformación estática (ballesta) debido a la plastificación local de la banda de metal que se produce cerca de los rodillos sumergidos 2, 3. Este fenómeno también perturba fuertemente la estabilidad de alimentación de la banda metálica 4. Además, en el caso del proceso en la figura 2, la superficie libre inferior de la bañera metálica 7 también puede ser perturbada por la vibración de la banda metálica 4, con la consiguiente emisión de salpicaduras de metal fundido desde la propia superficie.

50

55

[0006] Estos inconvenientes determinan la variación del espesor de recubrimiento a lo largo de la banda metálica 4, con la necesidad de proporcionar un recubrimiento más grueso con respecto al requerido para la clasificación del producto. Como se sabe en efecto, las normas de referencia imponen un umbral mínimo del espesor de recubrimiento que no debe ser superado. Las oscilaciones y la deformación estática de la banda metálica 4 de hecho inducen una distribución no uniforme del recubrimiento y una reducción de la eficacia de la acción del gas y/o cuchillos electromagnéticos que, por tanto, deben funcionar a mayores distancias para evitar el contacto accidental con la banda de metal. En este sentido, se observa que se proporciona generalmente un sobre-recubrimiento que es al menos tal que se garantice el umbral mínimo requerido en el 95% de la banda metálica 4. En otros casos, la velocidad de alimentación de la banda se reduce con una reducción subsiguiente y desventajosa en la productividad.

60

65

[0007] También se observa que en el caso del proceso en la figura 2, la emisión de salpicaduras de metal líquido a través de la abertura de entrada 9 del crisol 111' también influye negativamente en la calidad del recubrimiento. De hecho, tales salpicaduras se pegan en la superficie activada de la banda metálica 4 con la que reaccionan al instante antes de entrar en el baño de metal 7. Tal fenómeno genera puntos con diferente composición de la aleación en la superficie de la banda metálica 4 y por lo tanto una mala calidad de la banda metálica 4.

[0008] Por lo tanto, las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la necesidad de reducir las oscilaciones y deformaciones sobre la banda metálica 4 tanto como sea posible durante el proceso de recubrimiento relacionado y, en particular, durante su alimentación aguas arriba y/o aguas abajo del crisol que contiene el metal fundido. Dispositivo electromagnético que ya se han desarrollado para mejorar la estabilidad de la banda metálica, que se instalan en la zona en la que se ha de minimizar la vibración (por ejemplo, cerca de la zona en la que se encuentran los cuchillos de gas).

[0009] La figura 3 es una vista en relación con un dispositivo electromagnético actualmente empleado para estabilizar localmente una banda metálica 4 durante la alimentación de las mismas dentro del ámbito de un proceso de recubrimiento de la banda. El dispositivo de la figura 3 consiste en una pluralidad de pares de actuadores electromagnéticos 10, 10', 10", 10"', cada uno de los cuales está formado por dos electroimanes que se enfrentan recíprocamente. Todos los pares de actuadores electromagnéticos están alineados con al menos otro par de actuadores electromagnéticos según una dirección 100' ortogonal a la dirección de la dirección de transporte 100 de la banda metálica 4. Cada par de actuadores electromagnéticos se alimenta con corriente suministrada por medio de amplificadores de potencia que pueden ser controlados tanto con un bucle abierto y con un bucle cerrado. La señal de control que determina el nivel de corriente que alimenta a los electroimanes en un par de electroimanes se genera de acuerdo a la información de funcionamiento tales como la posición real de la banda metálica 4 con respecto a una línea de pase teórico, el grosor y la uniformidad del recubrimiento, el espesor y/o anchura de la banda metálica 4 o también la línea de velocidad. En particular, en el ejemplo ilustrado en la figura 3, la señal proviene de sensores de posición 11, 11', 11", 11" adaptados para detectar la posición de la banda metálica 4 con respecto a una línea de pase teórico. Más exactamente, cada señal de sensor se utiliza para activar los electroimanes uno frente al otro de un par correspondiente de electroimanes. En esencia, cada señal proporcionada por los sensores de posición 11, 11', 11", 11" tiene el propósito de controlar un par correspondiente de electroimanes 10, 10', 10", 10"'. Por esta razón, el número de sensores 11, 11', 11", 11" debe corresponder necesariamente con el número de pares de electroimanes 10, 10', 10", 10"'.
 15
 20
 25
 30

[0010] La figura 4 es una vista superior del dispositivo de la figura 3 y muestra la acción de los electroimanes sobre la banda metálica 4. En particular, los electroimanes en cada par de electroimanes 10, 10', 10", 10"' ejercen fuerzas sobre la banda metálica 4 las resultantes 14, 14', 14" de las cuales actúan sobre la banda metálica 4 en puntos muy precisos que sin embargo, no corresponden a los puntos teóricos 15, 15', 15" en los que las propias resultantes deben aplicarse para hacer la banda de metal 4 verdaderamente estable (es decir, coincidente con el plano teórico 50), es decir, para bloquear las oscilaciones de la misma y compensar la deformación estática de la misma.

[0011] Queda claro a partir de lo anterior que un número limitado de electroimanes no permite todas las configuraciones posibles que pueden ser asumidas por la banda de metal 4, que debe corregirse. Así mismo, también se observa que un número limitado de electroimanes determina además los problemas relacionados con el efecto de la fuerza ejercida sobre los bordes 4' de la banda de metal 4. La fuerza resultante ejercida por cada electroimán depende de hecho de la extensión de la parte de la banda metálica 4 frente a los electroimanes y por lo tanto varía a medida que la dimensión transversal (ancho 4") de la banda varía (véase la figura 7).

[0012] En este sentido, las figuras 5 y 7 muestran cada una banda de metal 4 y la fuerza aplicada por cuatro electroimanes 13. Las dos figuras se diferencian entre sí en la distancia recíproca entre los electroimanes 13 y en el diferente ancho 4" de la banda metálica 4. Se observa que las fuerzas generadas por los cuatro electroimanes 13 se aplican localmente de forma que no son eficaces en los bordes 4' de la banda de metal 4. Esta condición causa un aumento necesario de la corriente de alimentación de los electroimanes 13 para alcanzar el nivel requerido por la compensación de la deformación. Sin embargo, esto determina una saturación rápida de los electroimanes 13 y los posibles problemas de sobrecarga.

[0013] Con referencia a la figura 6, una mejora obvia de la solución en la figura 5 se podría obtener mediante el aumento del número de electroimanes 13 dispuestos a lo largo de la dirección transversal 100' y por lo tanto trayendo los electroimanes tan cerca como sea posible. Sin embargo, esta solución podría conducir a una distribución sustancialmente "dentada" de las fuerzas que actúan sobre la banda metálica 4 y en un aumento significativo del número de fuente de alimentación y cables necesarios para conducir los diversos electroimanes 13, con el subsiguiente aumento de la complejidad del dispositivo también en términos de control y los costes relacionados de los mismos.

[0014] Otro ejemplo de un dispositivo electromagnético empleado para estabilizar una banda metálica 4 se muestra en la solicitud de patente WO2006/101446 en la que, para resolver el problema de la adaptación del sistema a la variación de la anchura de la banda, se proporciona un número mínimo de tres electroimanes que son adecuados para la eliminación de las tres formas principales de modo de vibración de la banda. En la solicitud de

patente EP1784520, se disponen imanes laterales para estabilizar localmente una banda de metal, que se hacen móviles con el fin de adaptar su posición según la anchura de la banda metálica, es decir, para concentrar la fuerza si es necesario al menos en los bordes de la banda. Es evidente que las dos últimas soluciones indicadas ciertamente no pueden considerarse satisfactorias, ya que sólo son relativamente eficaces en la presencia de ciertas formas de los modos de vibración, es decir, bajo ciertas y bien definidas condiciones de inestabilidad.

Sumario de la invención

[0015] Por lo tanto, es la tarea principal de la presente invención proporcionar un dispositivo electromagnético para estabilizar y reducir la deformación de una banda de material ferromagnético, por ejemplo, una banda de metal, durante un proceso para el recubrimiento de la banda. Dentro del alcance de esta tarea, un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo electromagnético capaz de reducir eficazmente las vibraciones de la banda ferromagnética y capaz de compensar cualquier deformación estática (ballesta) generada en la banda. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo que, dentro del ámbito de un proceso basado en la levitación electromagnética del metal líquido, es capaz de eliminar la fuga de metal líquido, inducida por el campo magnético requerido para la levitación del metal fundido. Un último objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo que es fiable y fácil de hacer a costes competitivos.

[0016] Por lo tanto, la presente invención se refiere a un dispositivo electromagnético que comprende primeros electroimanes alineados a lo largo de una dirección paralela a una primera línea de paso teórica de dicha banda de metal y ortogonal a una dirección de transporte de la banda, a su vez paralelo a dicho plano teórico. El dispositivo electromagnético comprende también segundos electroimanes situados en una posición de reflejo de dichos primeros electroimanes con respecto a dicha teórica línea de paso de la banda metálica. Cada uno de los electroimanes incluye un núcleo que comprende al menos un polo y una bobina de alimentación enrollada alrededor de dicho polo.

[0017] El dispositivo electromagnético de acuerdo con la invención también comprende un primer elemento de conexión hecho de material ferromagnético que conecta dicho al menos un polo de los primeros electroimanes y un segundo elemento de conexión hecho de material ferromagnético que conecta dicho al menos un polo de los segundos electroimanes. Tal segundo elemento de conexión se coloca en una posición que sustancialmente espeja de la posición de dicho primer elemento de conexión con respecto a dicha teórica línea de paso de dicha banda de metal.

[0018] Además, otro aspecto de la presente invención se refiere a un sistema para el recubrimiento de una banda de material ferromagnético que comprende un dispositivo electromagnético de acuerdo con la presente invención.

[0019] De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el problema anterior se resuelve por medio de un procedimiento para estabilizar y/o corregir la deformación de una banda de material ferromagnético durante la alimentación de la misma, implementado por medio del dispositivo anterior, comprendiendo dicho proceso de las etapas de:

- generar unos primeros campos magnéticos independientes y unos segundos campos magnéticos independientes en una posición que espeja dichos primeros campos magnéticos independientes con respecto a una línea de paso teórico de dicha banda;
- transportar y distribuir dichos primeros campos magnéticos, a través de primeros medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, para generar un primer campo magnético continuo distribuido a lo largo de una dirección transversal paralela a dicha banda;
- transportar y distribuir dichos segundos campos magnéticos, por medio de segundos medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, para generar un segundo campo magnético continuo distribuido a lo largo de dicha dirección transversal en una posición que espeja dicho primer campo magnético continuo generado por dicho primer medio para transmitir y distribuir los campos magnéticos.

Breve descripción de las figuras

[0020] Otras características y ventajas de la invención se harán más evidentes a la luz de la descripción detallada de las realizaciones preferidas, pero no exclusivas, de un dispositivo electromagnético de acuerdo con la presente invención, descritas a modo de ejemplo no limitativo, con la ayuda de dibujos adjuntos, en los que:

- Las figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas relativas a un primer sistema y a un segundo sistema, respectivamente, para el recubrimiento de una banda de metal;
- Las figuras 3 y 4 son una vista en perspectiva y una vista superior, respectivamente, de un dispositivo electromagnético conocido del estado de la técnica;
- Las figuras 5, 6 y 7 son vistas adicionales relativas a los dispositivos electromagnéticos conocidos del estado de la técnica;
- La figura 8 es una vista superior en relación con una primera realización de un dispositivo electromagnético de acuerdo con la presente invención;

- Las figuras 9 y 10 son vistas relativas a posibles aplicaciones del dispositivo electromagnético de la figura 8;
- La figura 11 es una vista en perspectiva del dispositivo electromagnético de acuerdo con la reivindicación 8;
- Las figuras 12, 13, 14 y 15 son vistas relativas a los posibles modos de funcionamiento del dispositivo electromagnético en las figuras 8 y 9;
- 5 - Las figuras 16 y 17 son una vista superior y una vista en perspectiva, respectivamente, correspondientes a una segunda realización de un dispositivo electromagnético de acuerdo con la presente invención;
- Las figuras 18 y 19 son vistas laterales relativas a posibles realizaciones de un electroimán del dispositivo electromagnético en las figuras 8-11;
- Las figuras 20 y 21 son vistas laterales relativas a posibles realizaciones de un electroimán del dispositivo
- 10 electromagnético en las figuras 16 y 17;
- La figura 22 es una vista en perspectiva relativa a una tercera realización de un dispositivo según la presente invención.

15 **[0021]** Los mismos números y las mismas letras de referencia en las figuras identifican los mismos elementos o componentes.

Descripción detallada de la invención

20 **[0022]** El dispositivo electromagnético 1 según la presente invención se puede usar para estabilizar una banda ferromagnética (en lo sucesivo más sencillamente indicado como "banda 4") y minimizar la deformación de la misma (por ejemplo ballesta), preferiblemente durante un proceso de recubrimiento de metal líquido. En particular, el dispositivo electromagnético 1 es particularmente adecuado para ser utilizado para la estabilización de una banda 4 dentro del alcance de un sistema que realiza un proceso de recubrimiento tal como por ejemplo, la que se muestra esquemáticamente en la figura 1 o en la figura 2. Se harán evidentes a partir de la siguiente descripción cómo el

25 dispositivo electromagnético de acuerdo con la invención puede también no sólo ser utilizado para corregir cualquier deformación en una banda de material ferromagnético, pero posiblemente también para causar intencionalmente una deformación en la banda.

30 **[0023]** Las figuras 8 a 22 se refieren a posibles realizaciones de un dispositivo electromagnético 1 según la presente invención. El dispositivo electromagnético 1 según la invención comprende primeros electroimanes 15, 15', 15", 15''' y segundos electroimanes 16, 16', 16", 16'''. Los primeros electroimanes 15, 15', 15", 15''' están alineados a lo largo de una dirección transversal 100' sustancialmente paralela a una línea de pase teórica 50 de la banda 4 y ortogonal a una dirección de transporte 100 en paralelo a dicho plano teórico. Del mismo modo, los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16''' están alineados a lo largo de una dirección que es también paralela a la línea teórica

35 de paso 50 de la banda 4 y ortogonal a dicha dirección de transporte 100. Más exactamente, con respecto a dicho plano teórico 50, los primeros electroimanes 15, 15', 15", 15''' se colocan en una posición de reflejo de la posición adoptada por los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16'''. Para los objetos de la invención, la línea de pase teórico 50 tiene la intención de expresión que indica un plano a lo largo de la banda 4 que teóricamente debe suministrarse en una condición ideal sin vibraciones y perturbaciones.

40 **[0024]** Según la presente invención, cada uno de los primeros y segundos electroimanes 15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''', tiene un núcleo que comprende al menos un polo y al menos una bobina de forma helicoidal alrededor de dicho polo y se alimenta con una corriente cuya intensidad es preferiblemente ajustable.

45 **[0025]** Según una realización preferida mostrada en las figuras, el núcleo tiene una estructura sustancialmente en forma de "E", es decir, que comprende tres polos 18, 18', 18" y un yugo 19 que conecta dichos polos 18, 18', 18" entre sí. Dichos polos 18, 18', 18" y dicho yugo 19 puede estar hecho de material ferromagnético, que se lamina o no se lamina. Más exactamente, el núcleo comprende un primer polo 18, un segundo polo 18' en posición elevada con respecto a dicho primer polo 18 y un polo medio 18" en posición intermedia entre dicho primer polo 18 y dicho

50 segundo polo 18'. Cada uno de dichos electroimanes 15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''' también comprenden al menos una bobina de alimentación enrollada alrededor de uno de dichos polos 18, 18', 18". En una realización alternativa no mostrada en las figuras, el núcleo de los electroimanes 15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''' sólo podría comprender dos polos, alrededor de al menos uno de los cuales se enrolla una bobina. Por lo tanto, el núcleo de los electroimanes 15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''' podría tener una estructura sustancialmente en forma de "C" en

55 lugar de en forma de una "E" como la descrita anteriormente.

[0026] Los primeros electroimanes sirven para el propósito de generar, por medio de la alimentación de la bobina o bobinas respectivas, primeros campos magnéticos en un primer lado de dicha banda 4. Por lo tanto, dichos primeros campos magnéticos son generados y ajustados de manera independiente. En otras palabras, cada uno de ellos puede tener, con respecto a los otros, una intensidad diferente resultante de una corriente de alimentación diferente de la bobina o de las bobinas. Del mismo modo, los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16''' sirven el propósito de generar segundos campos magnéticos, que también son independientes, en una posición que espeja el uno de los primeros campos magnéticos.

65 **[0027]** Según la presente invención, el dispositivo electromagnético 1 comprende también un primer elemento de conexión 26 hecho de material ferromagnético y un segundo elemento de conexión 26' hecho de material

ferromagnético. El primer elemento de conexión 26 conecta los núcleos de los primeros electroimanes 15, 15', 15", 15''' entre sí, mientras que el segundo elemento de conexión 26' conecta los núcleos de los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16''' . El primer elemento de conexión 26 y el segundo elemento de conexión 26' tienen una posición de espejo con respecto al plano de alimentación teórico 50. En particular, en las realizaciones mostradas en las figuras, el primer elemento de conexión 26 conecta los polos intermedios 18" de los primeros electroimanes 15, 15', 15", 15''' entre sí, mientras que el segundo elemento de conexión 26' conecta los polos intermedios 18" de los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16''' .

[0028] La figura 8 es una vista esquemática, relativa a un primer modo de realización del dispositivo 1 según la presente invención. El primer elemento de conexión 26 y el segundo elemento de conexión 26' se hacen preferiblemente en la forma de una barra con una sección rectangular, hecha de material ferromagnético, que se lamina o no se lamina. Como se indicó anteriormente, los dos elementos de conexión 26, 26' tienen una posición de espejo con respecto al plano teórico 50 y están dispuestos de modo que el eje longitudinal 103 de los mismos es paralelo a la dirección de alineación transversal 100' de los electroimanes 15, 15', 15", 15''' , 16, 16', 16", 16''' , es decir, ortogonal a la dirección de transporte 100 de la banda 4. En particular, de acuerdo con una realización preferida, los dos elementos de conexión 26, 26' tienen una extensión medida a lo largo de dicha dirección transversal 100', que es mayor o igual a la extensión de la banda 4 medida a lo largo de dicha dirección transversal.

[0029] El primer elemento de conexión 26 sirve para el propósito de transportar y distribuir los primeros campos magnéticos generados por los primeros electroimanes 15, 15', 15", 15''' mediante la generación de un primer campo magnético continuo distribuido a lo largo de la dirección transversal 100'. En esencia, el primer campo magnético continuo generado por el primer elemento de conexión 26 consiste en una "primera fuente de campo magnético" distribuida en el espacio, cuyas líneas de fuerza actúan sobre todos los puntos de la sección transversal de la banda 4. De manera similar, el segundo elemento de conexión sirve para el propósito de transportar y distribuir los segundos campos magnéticos generados por los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16''' mediante la generación de un segundo campo magnético continuo distribuido a lo largo de la dirección transversal 100' en la posición de espejo del primer campo magnético continuo generado por el primer elemento de conexión 26. El segundo elemento de conexión 26', en esencia, consiste en una "segunda fuente de campo magnético" distribuida en el espacio en una posición de espejo de la primera fuente definida por el primer elemento de conexión 26.

[0030] Mediante la alimentación de las bobinas de varios electroimanes con diversas corrientes y gracias a los dos elementos de conexión 26, 26', prácticamente se obtiene una distribución continua en el espacio de las fuerzas a lo largo de toda la sección transversal de la banda 4, independientemente de la anchura de la misma. Para este fin, se señala que durante el procesamiento, el ancho de banda 4 puede también variar varias veces durante la misma campaña. El dispositivo según la invención implementa ventajosamente una distribución intencional de la fuerza, independientemente de la anchura de la banda. También se observa cómo mediante la generación de una fuerza uniformemente continua y variable a lo largo de toda la longitud de la banda 4, el dispositivo 1 según la invención - a diferencia de los dispositivos de la técnica conocida - no requiere el uso de piezas móviles para mover la fuente de la fuerza de modo que también sea capaz de ejercer fuerzas sobre los bordes de la banda.

[0031] El caso mostrado en la figura 8 con línea discontinua indica una posible deformación de la banda metálica 4 (en lo sucesivo indicada también como "deformación de la banda metálica 4"), mientras que la línea continua indica la posición alcanzada por la banda de metal 4 gracias al dispositivo 1 según la presente invención. Por lo tanto mediante la variación de la alimentación de las bobinas de los electroimanes 15, 15', 15", 15''' , 16, 16', 16", 16''' del dispositivo 1, además de obtener una orientación deseada de las fuerzas, también es posible obtener una distribución continua de las mismas a lo largo de toda la sección de la banda de metal 4 (es decir, sustancialmente entre los dos bordes 4'). Esto significa que, a diferencia de lo conseguido con los dispositivos tradicionales, aplicado a cada punto de la sección transversal de la banda metálica 4 hay una fuerza determinada cuya intensidad y orientación contribuyen a minimizar la desviación de la banda de la condición ideal (plano teórico 50).

[0032] Por ejemplo, en el caso en la figura 8, las fuerzas 45 a lo largo de una primera mitad de la anchura de la banda metálica 4 están orientadas en una primera dirección para minimizar una primera desviación 46 desde la posición teórica correcta, es decir, desde la línea de pase teórica 50. En cambio, la otra mitad de la banda metálica 4 está sujeta a fuerzas 45' orientadas en una segunda dirección opuesta a la primera, porque la dirección de la desviación de las mismas desde el plano teórico 50 es también opuesta.

[0033] En su lugar, las figuras 9 y 10 muestran otras posibles deformaciones de la banda de metal 4 que pueden ser corregidas por medio de un dispositivo electromagnético 1 según la presente invención. En particular, se observa que la deformación que se muestra en la figura 10 es comparable a la que se muestra en la figura 4, que, como se ha indicado anteriormente, no puede ser corregida eficazmente por medio de dispositivos electromagnéticos tradicionales que proporcionan un sistema de fuerzas aplicado sólo a las porciones de las secciones de la banda de metal frente a los electroimanes. En lugar de ello, los dos elementos de conexión 26, 26' previstos en el dispositivo electromagnético 1 según la invención determinan una distribución de fuerzas que implica toda la sección de la banda metálica 4.

[0034] La posibilidad es evidente a partir de los ejemplos mostrados en las figuras 8, 9 y 10, ofrecidas por el dispositivo electromagnético 1 para corregir cualquier deformación de la banda metálica 4, es decir, la posibilidad de mantener sustancialmente la banda metálica 4 a lo largo del plano teórico 50. El resultado es que el dispositivo electromagnético 1 según la invención es altamente versátil desde el punto de vista funcional por lo tanto, se puede utilizar, en el ámbito de un proceso de recubrimiento, tanto para corregir las vibraciones generadas por las unidades de absorción (cuchillos de gas o magnéticos) y para corregir las deformaciones generadas por los rodillos dentro del ámbito de aplicación de recubrimiento sobre la base de una levitación electromagnética del baño líquido.

[0035] Las figuras 12 a 15 muestran aún más posibles distribuciones de las fuerzas que se pueden obtener convenientemente por la variación de los niveles de corriente (indicados con las referencias 23, 23', 23'', 23''') que alimentan las bobinas de los electroimanes 15, 15', 15'', 15'''', 16, 16', 16'', 16'''. La banda de metal 4 y los primeros electroimanes 15, 15', 15'', 15''' sólo se muestran en estas cifras únicamente para simplificar las representaciones. La figura 13 muestra la distribución de las fuerzas y, en particular, la posición de la fuerza resultante relacionada 22 obtenida por la alimentación de uno de los presentes electroimanes (indicado con referencia 15') con un primer nivel de corriente 23. En cambio, la distribución de fuerzas que se muestra en la esquematización en la figura 14 se determina por la activación simultánea de dos electroimanes 15' y 15'' alimentados con dos niveles diferentes de corriente 23'' y 23'''. Por último, la distribución de la fuerza que se muestra en la figura 15 es el resultado de la activación simultánea de dos electroimanes adyacentes 15', 15'', cuyas bobinas de alimentación son alimentadas con el mismo nivel de la corriente 23'. Se observa a partir de la comparación entre las figuras 13, 14 y 15 que el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas 22 varía de acuerdo con el número y la posición de los electroimanes activados, y también para el nivel de corriente que alimenta las bobinas de alimentación de los mismos electroimanes 15, 15', 15'', 15''', 16, 16', 16'', 16'''.

[0036] Las figuras 18 y 19 muestran lateralmente un electroimán (indicado con la referencia 15) que se puede emplear para el dispositivo que se muestra en las figuras 8 a 11. En particular, la figura 18 muestra una realización preferida en la que el electroimán comprende una sola bobina de alimentación 17 enrollada alrededor del polo medio 18'' del núcleo. Esta solución permite contener ventajosamente los volúmenes de la bobina en altura.

[0037] En cambio, la figura 19 muestra una solución alternativa en la que se proporcionan tres bobinas de alimentación: una bobina secundaria 17 enrollada alrededor del polo medio 18'', una primera bobina auxiliar 17' enrollada sobre el primer polo 18 y una segunda bobina auxiliar 17'' enrollada sobre el segundo polo 18'. Para reducir los pesos, las bobinas de alimentación indicadas (la bobina media 17 y las bobinas auxiliares 17', 17'') también pueden ser enfriadas por agua. Preferiblemente, los polos 18, 18', 18'' tienen una forma prismática con una sección rectangular.

[0038] Un yugo 19 del núcleo también tiene una forma prismática con una sección rectangular y conecta las secciones extremas 38 de los tres polos 18, 18', 18'', que están descansando en un plano 51 que es sustancialmente paralelo a dicho plano teórico 50. La media del polo 18'' se conecta al elemento de conexión relacionado 26 en una sección de extremo adicional 38' opuesto a la sección 38 conectada al yugo 19.

[0039] Con referencia a la figura 11, la sección mínima requerida para cada uno de dichos elementos de conexión 26, 26' es al menos una quinta parte del cuadrado de la longitud 32 de un polo medio 18'' unido por el elemento de conexión 26 en sí. En particular, dicha longitud 32 se mide a lo largo de una dirección sustancialmente paralela a dicho plano de movimiento teórico 50. Se ha visto que se obtiene una uniformidad óptima de las fuerzas que actúan sobre la banda metálica 4 por medio de secciones que son mayores que o iguales a una sección como mínimo, mientras que al mismo tiempo previenen la saturación del núcleo.

[0040] De nuevo, con referencia a las figuras 18 y 19, de acuerdo con una realización preferida, el primer polo 18 y el segundo polo 18' no se extienden frontalmente más allá del elemento de conexión relacionado 26, 26 conectado al polo medio 18'', para cada uno de dichos electroimanes 15, 15', 15'', 15''', 16, 16', 16'', 16''' del dispositivo 1. Esto, en esencia, significa que para cada uno de dichos electroimanes 15, 15', 15'', 15''', 16, 16', 16'', 16''', la distancia 35 del elemento de conexión correspondiente 26, 26' desde el plano teórico 50 es menor que o igual a la distancia 35' del primer 18 y del segundo 18' polos desde el plano teórico 50 en sí mismo (en particular, véase la figura 18). Para este fin, se observa que tal distancia 35' desde el plano teórico 50 es la misma para dicho primer 18 y para dicho segundo polo 18'.

[0041] Las figuras 16 y 17 se refieren a una segunda realización de un dispositivo según la presente invención. En este caso, el dispositivo 1 comprende un primer cuerpo de conexión 27 que conecta los yugos 19 de los primeros electroimanes 15, 15', 15'', 15''' entre sí.

[0042] El dispositivo 1 también comprende un segundo cuerpo de conexión 27' que conecta los yugos 19 de los segundos electroimanes 16, 16', 16'', 16''' entre sí. En particular, el primer cuerpo de conexión 27 conecta las secciones posteriores de los yugos 19 de los primeros electroimanes 15, 15', 15'', 15''' entre sí. La expresión "parte trasera" en esencia significa la sección del yugo más alejada de la línea de pase teórica 50. Como se muestra en vista superior en la figura 16, el segundo cuerpo de conexión 27' conecta las secciones posteriores de los yugos 19 de los segundos electroimanes 16, 16', 16'', 16''' de una manera totalmente similar.

- 5 **[0043]** Las figuras 20 y 21 son vistas laterales que muestran la configuración de un electroimán con respecto al dispositivo electromagnético mostrado en las figuras 16 y 17. En particular, la figura 20 muestra la presencia de una sola bobina 17 enrollada alrededor del polo medio 18", de manera similar a lo indicado para la solución en la figura 18. En cambio, la figura 21 muestra una solución que proporciona tres bobinas 17, 17', 17" de manera similar a lo previsto en la solución en la figura 17 descrita anteriormente. Con respecto a lo descrito anteriormente para las soluciones en las figuras 18 y 19, las soluciones en las figuras 20 y 21 también se consideran válidas.
- 10 **[0044]** Según una realización mostrada con precisión en las figuras 20 y 21, el primer cuerpo de conexión 27 y el segundo cuerpo de conexión 27' se obtienen en la forma de una placa hecha de material ferromagnético, que se lamina o no se lamina. En particular, dicha placa tiene una sección en la que la altura 37, medida de acuerdo con una dirección paralela a la línea de pase teórica 50, es mayor que, o igual a cada altura de los yugos 19 conectados por el mismo cuerpo de conexión. Además, cada uno de dichos cuerpos de conexión 27, 27' en la forma de una barra tiene un espesor de al menos 1 mm, medido según una dirección ortogonal a dicha teórica línea de paso 50.
- 15 **[0045]** Se ha observado que una mayor distribución y uniformidad de las fuerzas ejercidas por los electroimanes en la banda 4 se obtiene mediante el empleo de los dos órganos de conexión 27, 27'. Para este fin, teniendo en cuenta la figura 16 de nuevo, se observa que una distribución diferente de las fuerzas 45, 45' con respecto a la distribución es obtenible por el dispositivo en la figura 8, siendo igual la deformación de la banda 4. En particular, se observa que en la solución en la figura 16, una distribución más progresiva de las fuerzas es obtenible con respecto a la de la figura 8 y por lo tanto una corrección aún más eficaz de la posición de la banda 4. También se ha observado que la presencia de los dos órganos de conexión 27, 27' también reduce ventajosamente la saturación del núcleo de los electroimanes 15, 15', 15", 15""", 16, 16', 16", 16"" con las ventajas relacionadas que esto implica en términos de operatividad del dispositivo 1.
- 20 **[0046]** Para este fin, la figura 22 muestra otra posible realización del dispositivo electromagnético 1 según la invención en la que los yugos 19 de los núcleos de los primeros electroimanes 15, 15', 15", 15"" se hacen en una sola pieza, es decir, en un solo cuerpo 28. Del mismo modo, los yugos 19 de los núcleos de los segundos electroimanes 16, 16', 16", 16"" son también realizados en un solo cuerpo (no mostrado en las figuras).
- 25 **[0047]** La solución en la figura 22 aumenta significativamente la eficiencia magnética del dispositivo electromagnético 1 lo que limita aún más los problemas relativos a la saturación. También se observa que para esta solución adicional, el uso de un "único cuerpo" 28 proporciona una mayor rigidez a la estructura del dispositivo electromagnético 1 por ser capaz igualmente de ser ventajosamente formado para formar la estructura de soporte de metal del dispositivo. En particular, un único cuerpo, 28 también puede estar equipado con elementos de fijación para permitir el posicionamiento del mismo, por ejemplo, dentro de un sistema para la banda de recubrimiento 4 como los esquematizados en las figuras 1 y 2.
- 30 **[0048]** Para cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, el dispositivo electromagnético 1 según la invención comprende una pluralidad de sensores de posición adaptada para detectar la posición de puntos predeterminados en la banda 4 con respecto a la línea de pase teórica 50. Según el tipo de sensores de posición, pueden estar colocados más o menos cerca de la región del espacio delimitado por un primer lado por dicho primer elemento de conexión 26 y por un segundo lado, opuesto al primero, por dicho segundo elemento de conexión 26' descrito anteriormente.
- 35 **[0049]** Para cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, la activación de los electroimanes 15, 15', 15", 15""", 16, 16', 16", 16"" del dispositivo 1 (es decir, la alimentación de las bobinas de los electroimanes) es controlada de acuerdo con la información derivada de los sensores anteriores. Para este fin, el empleo de sensores de corriente inducida se ha demostrado que es particularmente ventajoso. Sin embargo, se entiende que otros tipos de sensores se pueden emplear, por ejemplo, de sensores de tipo láser o capacitivos.
- 40 **[0050]** Según una realización preferida, los sensores de corriente inducida son preferiblemente menores en número que el número de electroimanes de dispositivo 1. Cada uno de estos sensores está posicionado para detectar, en un punto predeterminado, la posición de la banda 4, es decir, la desviación de los mismos desde un plano de referencia que puede ser, por ejemplo, el plano teórico 50. Las señales derivadas de tales sensores se envían a una unidad de procesamiento que los procesa para reconstruir la verdadera forma de la banda (deformación). En particular, la unidad de procesamiento implementa una función de interpolación que partiendo de puntos conocidos, reconstruye la verdadera forma de la banda 4. De acuerdo con la verdadera forma de la banda 4, la unidad de procesamiento determina la distribución de las fuerzas a aplicar a la banda con el fin de minimizar la desviación de los mismos desde la línea de pase teórico 50. De acuerdo con una distribución tal, una unidad para controlar los electroimanes (posiblemente correspondiente a la unidad de procesamiento) controla el suministro de las bobinas de alimentación 17, 17', 17" de los electroimanes 15, 15', 15", 15""", 16, 16', 16", 16"" mediante la asignación de niveles suficientes de corriente para generar las fuerzas necesarias.
- 45 **[0051]** Se observa que, a diferencia de los dispositivos electromecánicos tradicionales, las señales de los sensores se utilizan ventajosamente para controlar simultáneamente la alimentación de todos los electroimanes del dispositivo electromagnético. Obviamente, esto permite una corrección más precisa y uniforme. Por otra parte, el empleo de
- 50
- 55
- 60
- 65

una función de interpolación para el cálculo de la deformación de la banda permite ventajosamente reducir el número de sensores que deben aplicarse - y por lo tanto que los costes globales - sean contenidos.

5 **[0052]** De acuerdo con un dispositivo preferido, los sensores de corriente inducida se colocan a ambos lados de la banda 4 de manera que sean, de dos en dos, en una posición simétrica con respecto a la línea de pase teórica 50. Se ha observado que esta disposición particular permite calibrar automáticamente el sistema de medición a partir del conocimiento de la distancia entre los dos sensores que se enfrentan recíprocamente entre sí porque una distancia tal es conocida. Esta disposición particular de los sensores también permite que el ruido se reduzca, el cual puede ser generado sobre la señal de uno de los sensores debido a la proximidad de los campos magnéticos generados por los electroimanes 15, 15', 15'', 15''', 16, 16', 16'', 16'''.

15 **[0053]** El dispositivo electromagnético de acuerdo con la invención permite llevar a cabo las tareas y objetos preestablecidos. En particular, el dispositivo permite que las oscilaciones y deformaciones de la banda sean minimizadas. Esto implica una reducción ventajosa del sobre-recubrimiento requerido para asegurar el umbral mínimo de recubrimiento requerido. El aumento de la estabilidad de la banda también permite aumentar la velocidad de la misma línea de producción y, obviamente, esto se traduce en costes de producción reducidos, por ejemplo aumentando la productividad. Al mismo tiempo, la calidad superficial del recubrimiento es altamente mejorada. El dispositivo según la invención también demuestra ser muy versátil desde el punto de vista operativo, ya que es capaz de adaptarse con eficacia a las diversas anchuras de las bandas de metal.

20 **[0054]** La presente invención también se refiere a un sistema para el recubrimiento de una banda metálica 4, que comprende al menos un dispositivo 1 de acuerdo al descrito anteriormente, para estabilizar la posición de la banda metálica 4 durante la alimentación de la misma. En una primera realización, el sistema puede ser del tipo esquematizado en la figura 1 o, alternativamente, del tipo esquematizado en la figura 2. En ambos casos, el sistema de acuerdo con la invención comprende una unidad para eliminar el exceso de recubrimiento. Una unidad de este tipo comprende cuchillos de gas y/o cuchillos magnéticos.

25 **[0055]** Según un primer modo de instalación, el dispositivo 1 según la invención puede ser colocado en la estructura de soporte que también lleva dicha unidad para eliminar el exceso de recubrimiento. Por medio de los sensores que pertenecen al dispositivo electromagnético 1, esta posición de funcionamiento permite que la posición real de la banda metálica 4 sea conocida con respecto a los cuchillos de aire 5 y/o los cuchillos magnéticos de la unidad de eliminación. Esto permite que los cuchillos que sean acercados/alejados de acuerdo a la verdadera posición de la banda y esto se traduce en un ahorro posterior de gas o de energía eléctrica en el caso de los cuchillos electromagnéticos.

30 **[0056]** En el caso de un sistema del tipo en la figura 2, el dispositivo electromagnético 1 según la invención también puede ser posicionado por debajo del crisol de levitación magnética 111'. Esta posición permite la reducción de la vibración de la banda metálica 4 inducida por la acción de los campos magnéticos intensos requeridos para la levitación del metal fundido 7.

35 **[0057]** El procedimiento para estabilizar y/o corregir la deformación de una banda 4 hecha de material ferromagnético (por ejemplo, una banda de metal) de la presente invención proporciona la generación de primeros campos magnéticos independientes y segundos campos magnéticos independientes en la posición de espejo de los primeros campos magnéticos con respecto a una línea del paso teórica 50 de la banda 4. El proceso proporciona transportar y distribuir dichos primeros campos magnéticos, por medio de primeros medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, para generar un primer campo magnético continuo distribuido a lo largo de una dirección transversal 100' paralela a dicha banda 4. El proceso de acuerdo con la invención también proporciona transportar y distribuir dichos segundos campos magnéticos, por medio de segundos medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, mediante la generación de un segundo campo magnético continuo y distribuido en la posición que refleja el uno de dicho campo magnético distribuido con respecto a dicha línea de pase teórica 50 de la banda 4.

40 **[0058]** Los primeros campos magnéticos y los segundos campos magnéticos se generan por medio de electroimanes que comprenden al menos un núcleo y una bobina de alimentación. El suministro de corriente eléctrica en la bobina de alimentación genera un campo magnético que se concentra en el núcleo del electroimán respectivo. Esencialmente, las bobinas de alimentación individuales consisten en fuentes de campos magnéticos independientes que actúan en un área concentrada de espacio. Por medio de los primeros medios y los segundos medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, los primeros y los segundos campos magnéticos se redistribuyen esencialmente en el espacio con el fin de generar una primera fuente distribuida en el espacio (es decir, el primer campo magnético continuo) y una segunda fuente distribuida en el espacio (es decir, el segundo campo magnético continuo).

45 **[0059]** Durante la alimentación, la banda 4 está dispuesta entre los dos campos magnéticos continuos así generados de manera que cualquier punto de la sección transversal de la misma es magnetizada, es decir, se somete a los efectos de las fuerzas generadas por los campos magnéticos continuos. Esencialmente, la magnetización de la banda 4 se produce como una acción refleja de la presencia del primer y segundo campos

magnéticos generados por el primer y segundo medios de transporte y distribución, respectivamente. Generadas en cada punto de la sección transversal de la banda 4 hay fuerzas cuya distribución, en términos de intensidad y dirección, corresponde a la de los campos magnéticos continuos generados por el transporte y la distribución del primer y segundo campos magnéticos generados por los electroimanes.

- 5
- [0060]** Es evidente que el dispositivo electromagnético 1 en las realizaciones mostradas en las figuras descritas anteriormente permite que el proceso de acuerdo con la invención se lleve a cabo con precisión. En particular, se observa que en el caso de que el dispositivo electromagnético 1, los primeros campos magnéticos son generados por los primeros electroimanes 15, 15', 15'', 15''', mientras que los segundos campos magnéticos son generados por los segundos electroimanes 16, 16', 16'', 16'''. Los primeros medios para transportar y distribuir los campos magnéticos consisten en el primer elemento de conexión 26. Del mismo modo, el segundo medio para la transmisión y la distribución de los campos magnéticos consiste en el segundo elemento de conexión 26' de espejo de la primera.
- 10
- 15 **[0061]** Se observa que el procedimiento según la invención puede utilizarse para estabilizar y minimizar la deformación de una banda de metal durante la alimentación de la misma dentro del ámbito de un proceso de producción, sino que también podría ser empleado para inducir, aunque no necesariamente para reducir y eliminar, una deformación en una banda de material ferromagnético.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo electromagnético (1) para la estabilización y la reducción de la deformación de una banda (4) hecha de material ferromagnético durante su alimentación, comprendiendo dicho dispositivo (1):

- 5
- unos primeros electroimanes (15, 15', 15", 15''') alineados a lo largo de una dirección transversal (100') paralela a una línea de pase teórica (50) de dicha banda (4) y ortogonal a una dirección de transporte (100) de dicha banda (4);
 - unos segundos electroimanes (16, 16', 16", 16''') dispuestos en una posición de espejo de los primeros electroimanes (15, 15', 15", 15''') con respecto a dicha línea de paso teórica (50) de dicha banda (4), en el que cada uno de dichos primeros y segundos electroimanes (15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''') comprende un núcleo provisto de al menos uno de los polos (18, 18', 18'') y al menos una bobina de alimentación (17, 17', 17'') enrollada alrededor de dicho al menos uno de los polos (18, 18', 18'') y en el que dicho dispositivo (1) comprende además:
 - 15 - un primer elemento de conexión (26) hecho de material ferromagnético que conecta los núcleos de dichos primeros electroimanes (15, 15', 15", 15''');
 - un segundo elemento de conexión (26') de material ferromagnético que conecta los núcleos de dichos segundos electroimanes (16, 16', 16", 16'''), estando dicho segundo elemento de conexión (26') colocado en una posición sustancialmente de espejo de la posición de dicho primer elemento de conexión (26) con respecto a dicha línea de pase teórica (50) de dicha banda hecha de material ferromagnético (4).
- 20

2. Un dispositivo electromagnético (1) según la reivindicación 1, en el que cada uno de dichos primeros y segundos electroimanes (15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''') comprende:

- 25
- un primer polo (18);
 - un segundo polo (18') en una posición por encima de dicho primer polo (18);
 - un polo central (18'') interpuesto entre dicho primer polo (18) y dicho segundo polo (18');
 - un yugo (19) que conecta dicho primer polo (18), dicho segundo polo (18') y dicho tercer polo (18'');
- 30
- y en el que dicho primer elemento de conexión (26) hecho de material ferromagnético conecta los polos intermedios (18'') de dichos primeros electroimanes (15, 15', 15", 15''') y en donde dicho segundo elemento de conexión (26') hecho de material ferromagnético conecta los polos medios (18'') de dichos segundos electroimanes (16, 16', 16", 16''').

3. Un dispositivo electromagnético (1) según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho dispositivo (1) comprende una pluralidad de sensores de posición adaptada para medir la posición de dicha banda (4) con respecto a dicho plano de movimiento teórico (50), siendo cada bobina de alimentación (18, 18', 18'') de cada uno de dichos electroimanes (15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''') alimentada de acuerdo a dicha posición de dicha banda (4) con respecto a dicho plano de movimiento teórico (50).

4. Un dispositivo electromagnético (1) según la reivindicación 3, en el que dichos sensores están colocados en lados opuestos con respecto a dicho plano de movimiento teórico (50) de dicha banda (4) de manera que sean, de dos en dos, en una posición de espejo con respecto a dicho plano teórico (50).

5. Un dispositivo electromagnético (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 4, en el que dicha al menos una bobina de alimentación (17) se enrolla alrededor de dicho polo medio (18'').

6. Un dispositivo electromagnético (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, en el que cada uno de dichos electroimanes (15, 15', 15", 15''', 16, 16', 16", 16''') comprende:

- una bobina de alimentación media (17) enrollada alrededor de dicho polo medio (18'');
- una primera bobina auxiliar de alimentación (17') enrollada alrededor de dicho primer polo (18);
- una segunda bobina de alimentación auxiliar (17'') enrollada alrededor de dicho segundo polo (18').

7. Un dispositivo electromagnético (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 6, en el que dichos elementos de conexión primero y segundo (26, 26') tienen una extensión, medida de acuerdo con dicha dirección transversal (100'), que es mayor que o igual a la extensión de dicha banda (4), también medida a lo largo de dicha dirección transversal (100').

8. Un dispositivo electromagnético (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7, en el que dichos primeros y segundos elementos de conexión (26, 26') consisten en una barra hecha de material ferromagnético que es laminada o no es laminada y con una sección rectangular, teniendo dicha barra una sección que es mayor que o igual a un quinto del cuadrado de la longitud (32) de cada polo medio (18'') conectados por la barra en sí.

9. Un dispositivo electromagnético (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 8, en el que la distancia (35) de uno de dichos primero y segundo elementos de conexión (26, 26') de dicha línea de paso teórica (50) es

menor que o igual a la distancia (35') de dicho primer polo (18) y de dicho segundo polo (18') desde el mismo plano teórico (50), midiéndose dichas distancias (35, 35') de acuerdo con una dirección sustancialmente ortogonal a dicha línea de paso teórica (50).

5 **10.** Un dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 9, que comprende:

- un primer cuerpo de conexión (27) hecho de material ferromagnético que conecta los yugos individuales (19) de los primeros electroimanes (15, 15', 15'', 15''') entre sí;
- un segundo cuerpo de conexión (27') de material ferromagnético que conecta los yugos individuales (19) de los segundos electroimanes (16, 16', 16'', 16''') unos a otros.

10
15 **11.** Un dispositivo (1) según la reivindicación 10, en el que cada uno de dichos cuerpos de conexión (27, 27') comprende una placa hecha de material ferromagnético que tiene una sección rectangular y en la que, para cada uno de dichos cuerpos de conexión (27, 27'), la altura (37) de dicha sección medida de acuerdo con una dirección paralela a dicha línea de pase teórica (50), es mayor que o igual a la altura de los yugos conectados (19).

12. Un dispositivo (1) según la reivindicación 2, en el que los yugos (19) de los primeros electroimanes (15, 15', 15'', 15''') y/o los yugos (19) de dichos segundos electroimanes (16, 16', 16'', 16''') se realizan en un solo cuerpo (28).

20 **13.** Un sistema de recubrimiento de la banda (4) hecha de metal, con un metal fundido, que comprende el dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 12.

14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende:

- un crisol (111) que contiene un baño de metal fundido (7);
- una unidad (5) para eliminar el exceso de recubrimiento colocado aguas abajo de dicho crisol (111);
- una estructura de soporte para soportar dicho crisol (111);

25 en el que dicho dispositivo (1) se coloca en dicha estructura de soporte.

30 **15.** Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que se proporciona un crisol (111') para contener un baño de metal fundido y se proporciona un aparato electromagnético (8) para mantener dicho baño de metal fundido suspendido dentro de dicho crisol (111'), comprendiendo dicho crisol (111') una abertura de entrada (9) para la introducción de dicha banda de metal (4) y una abertura de salida para dicha banda de metal, opuesta a dicha abertura de entrada (9), estando dicho dispositivo (1) colocado operativamente en dicha abertura de entrada (9) .

35 **16.** Un procedimiento para estabilizar y/o corregir la deformación de una banda (4) hecha de material ferromagnético durante su alimentación, por medio del dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- generar unos primeros campos magnéticos independientes y unos segundos campos magnéticos independientes en una posición de espejo de dichos primeros campos magnéticos independientes con respecto a una línea de pase teórica (50) de dicha banda (4);
- transportar y distribuir dichos primeros campos magnéticos, por medio de primeros medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, para generar un primer campo magnético continuo distribuido a lo largo de una dirección transversal (100°) paralela a dicha banda;
- transportar y distribuir dichos segundos campos magnéticos, por medio de segundos medios para transportar y distribuir los campos magnéticos, para generar un segundo campo magnético continuo distribuido a lo largo de dicha dirección transversal (100°) en una posición de espejo de dicho primer campo magnético continuo generado por dichos primeros medios para transportar y distribuir los campos magnéticos.

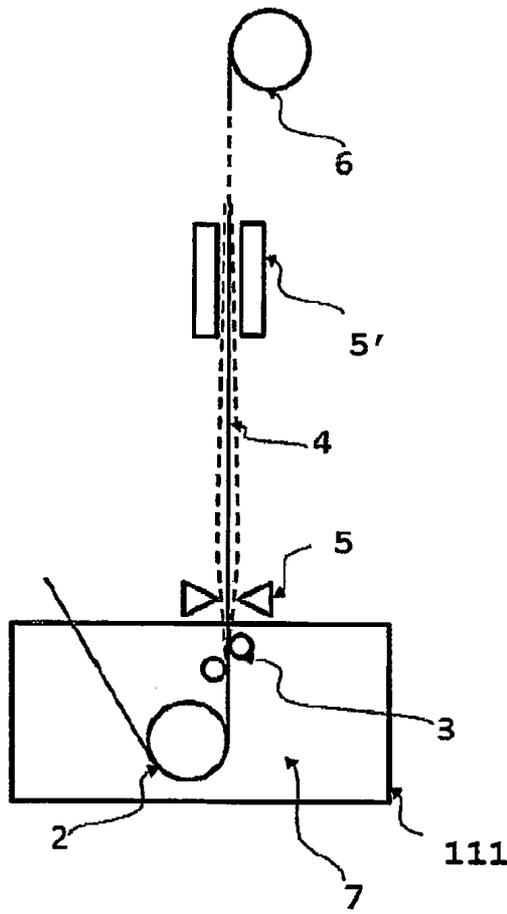


FIG. 1

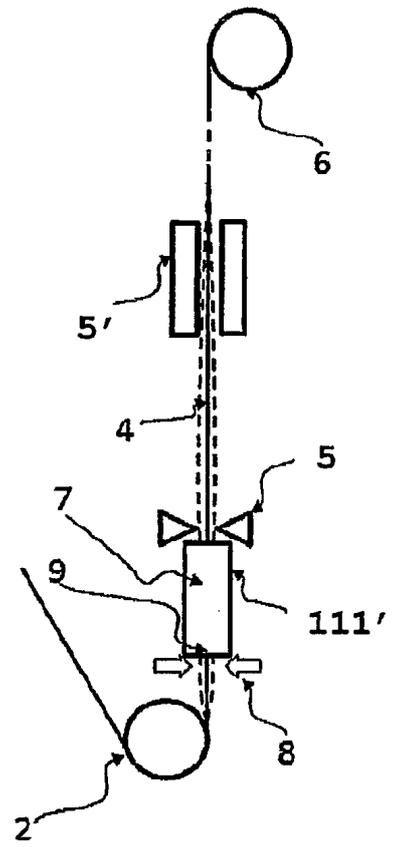


FIG. 2

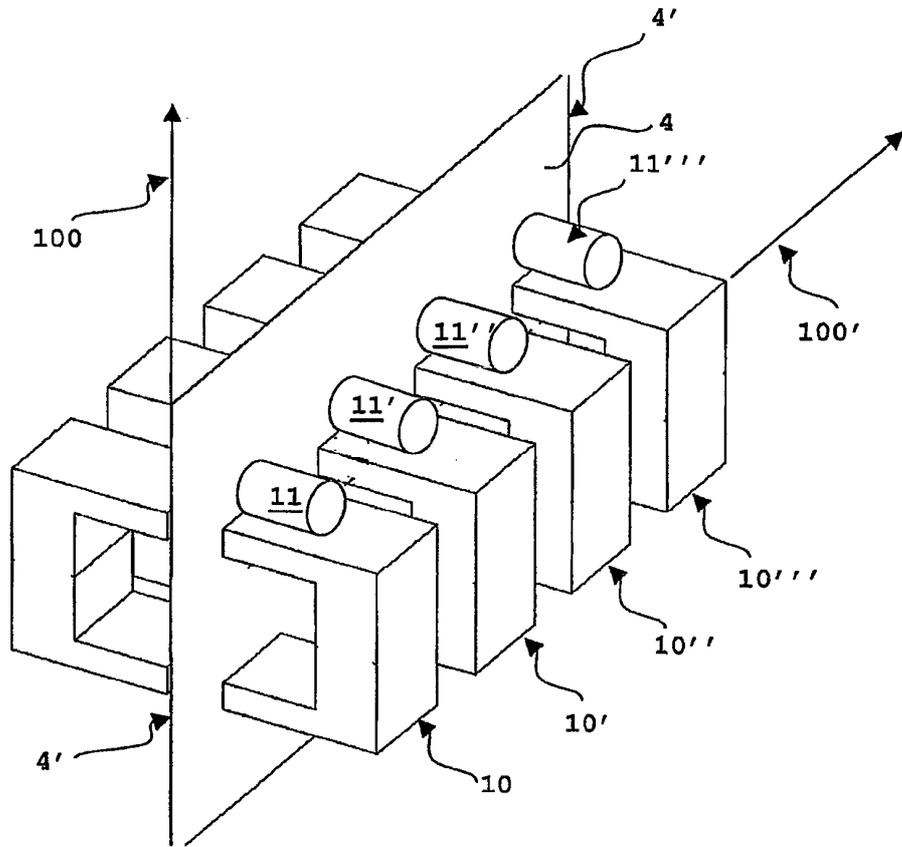


FIG. 3

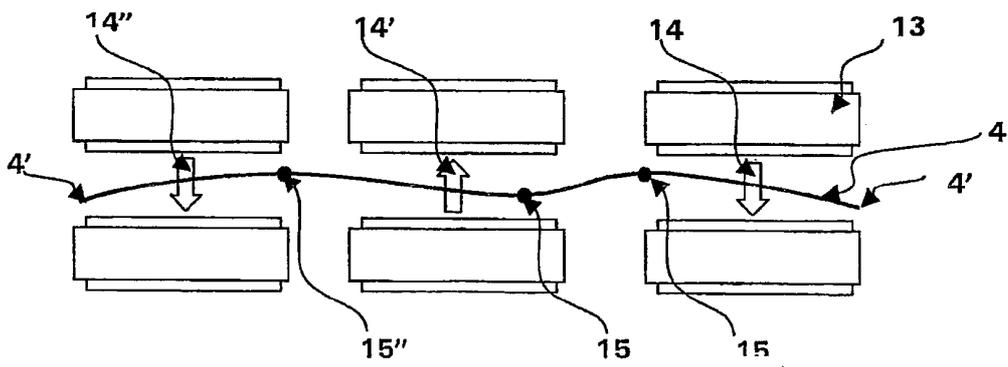


FIG. 4

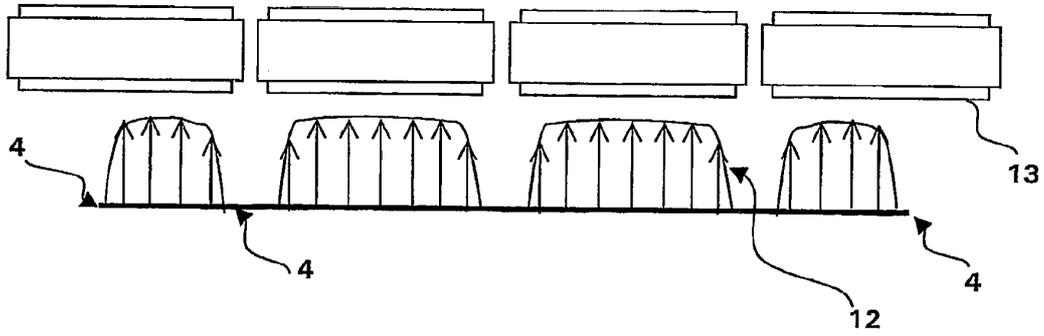


FIG. 5

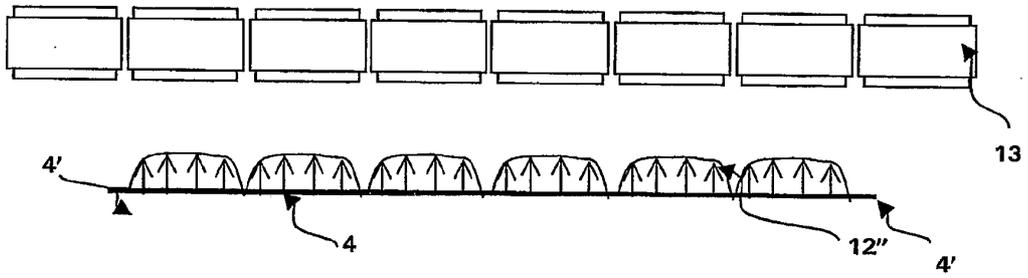


FIG. 6

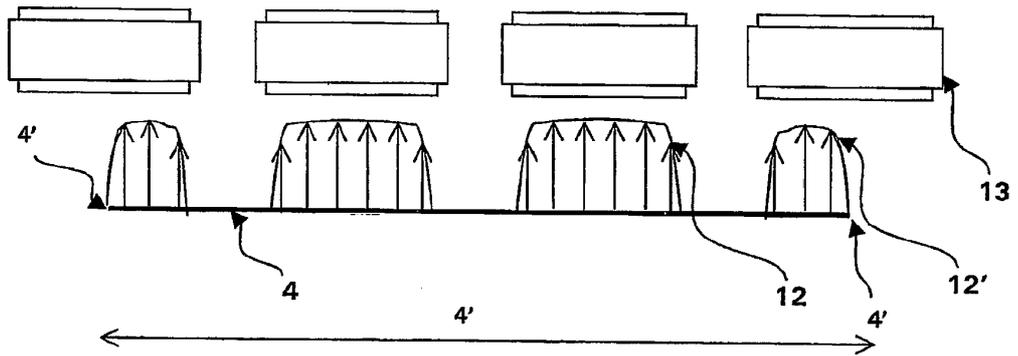


FIG. 7

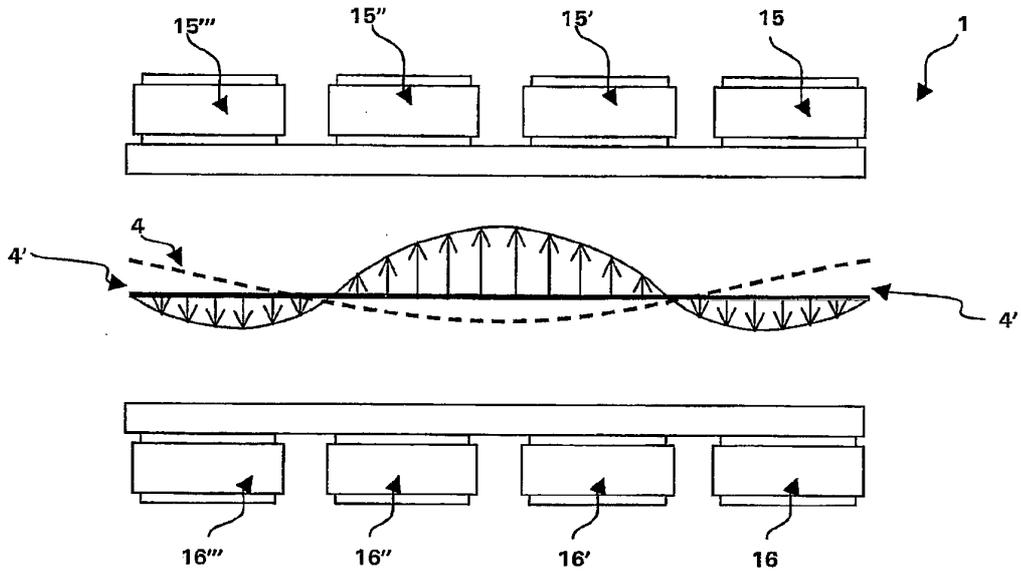


FIG. 9

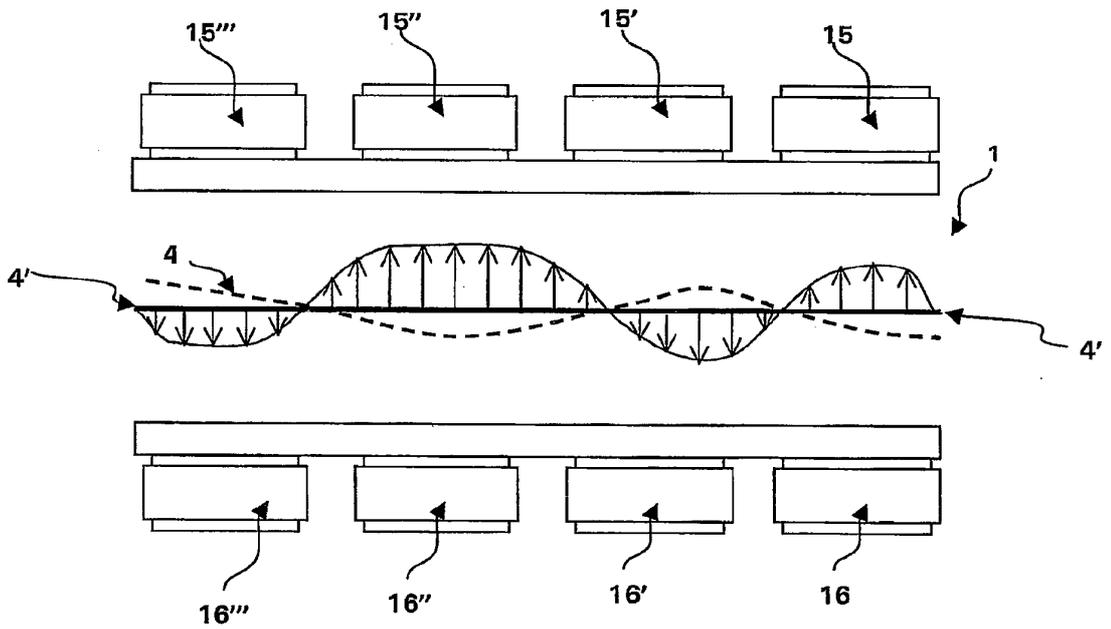


FIG. 10

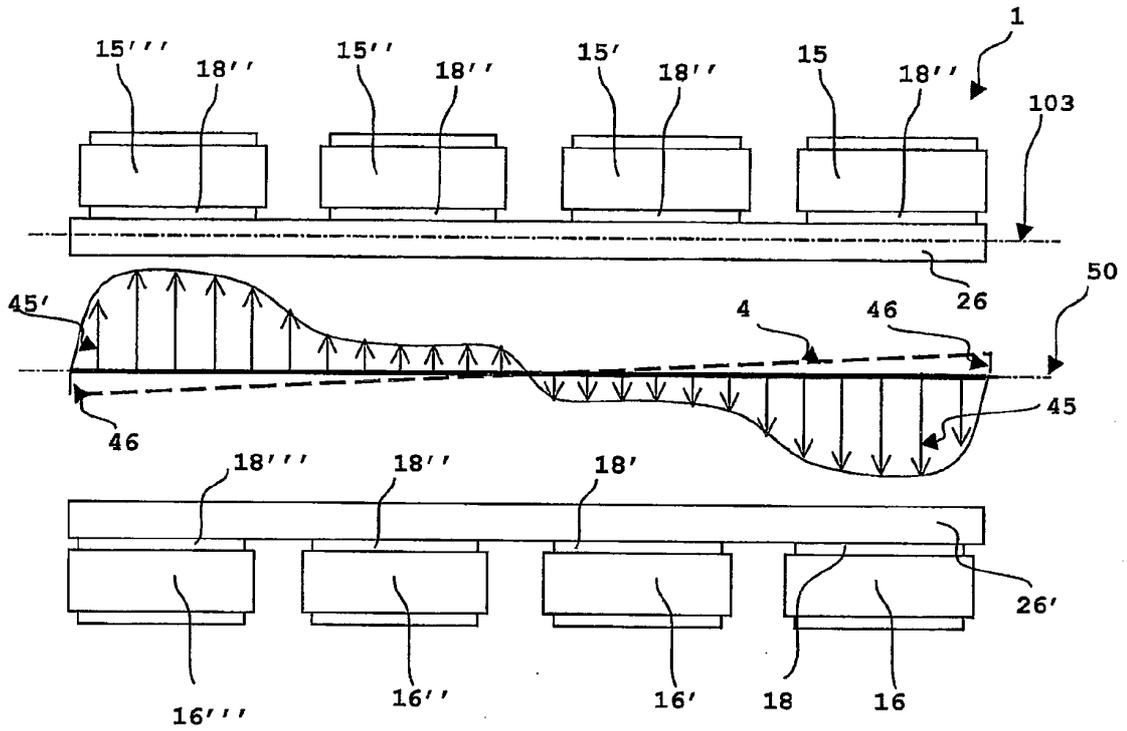


FIG. 8

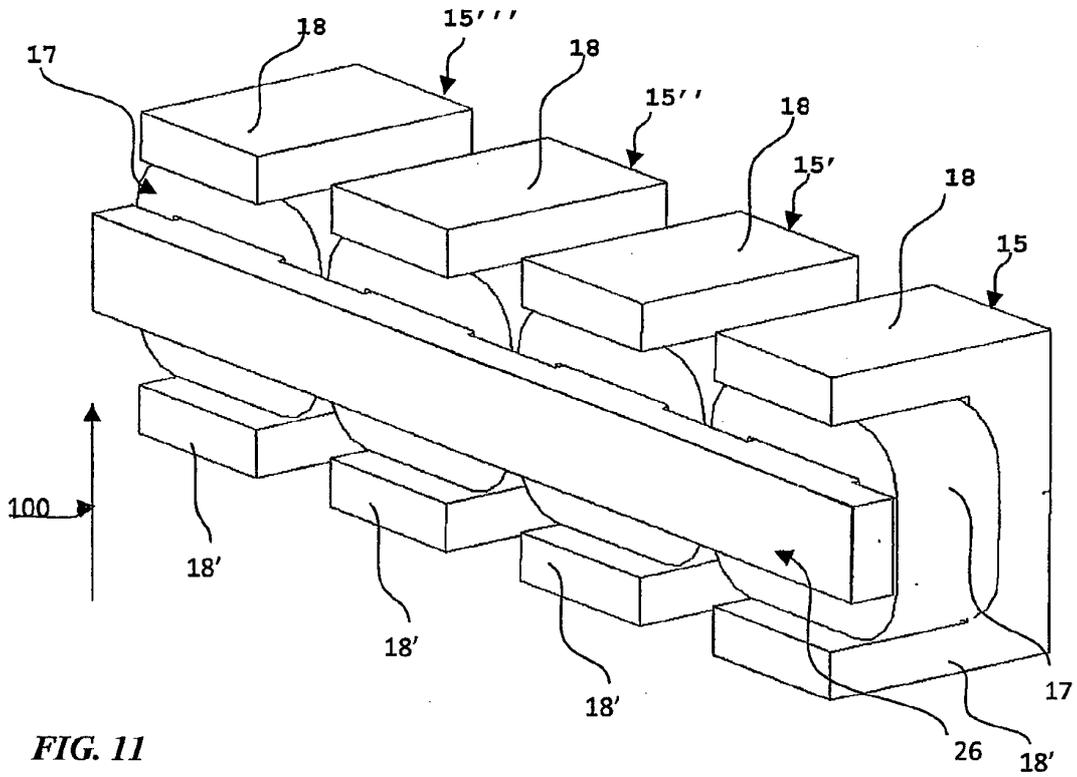


FIG. 11

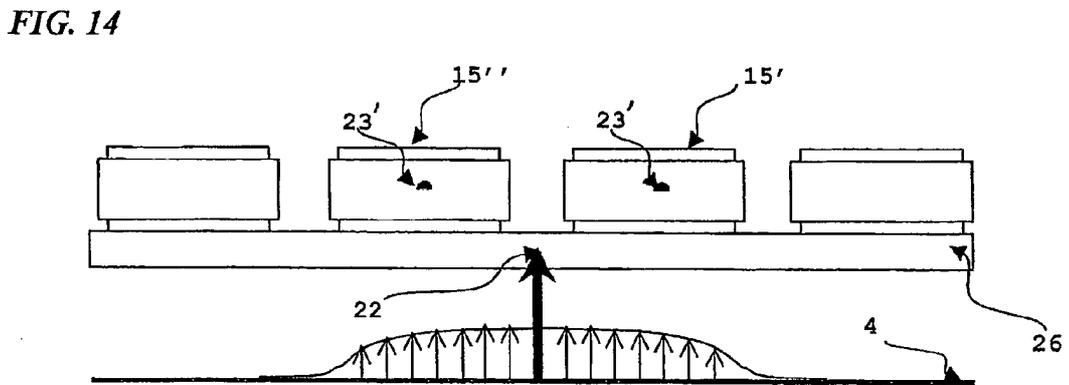
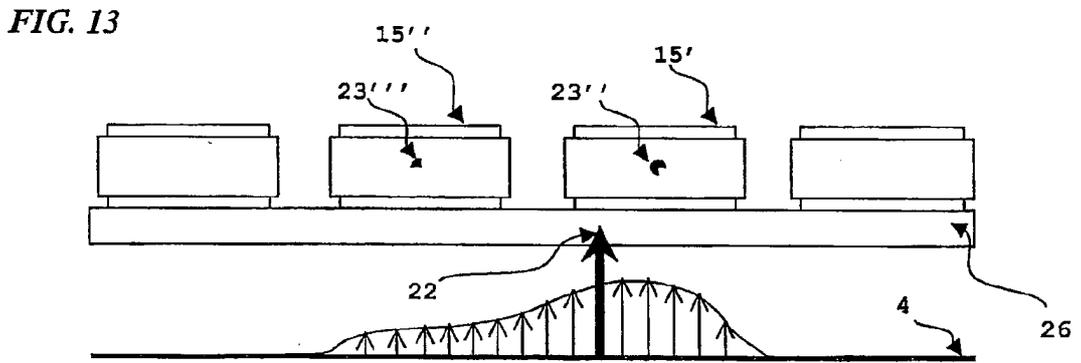
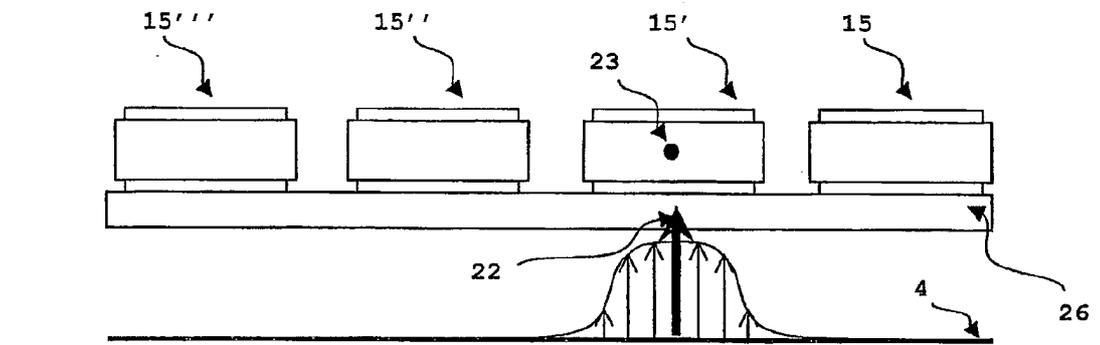
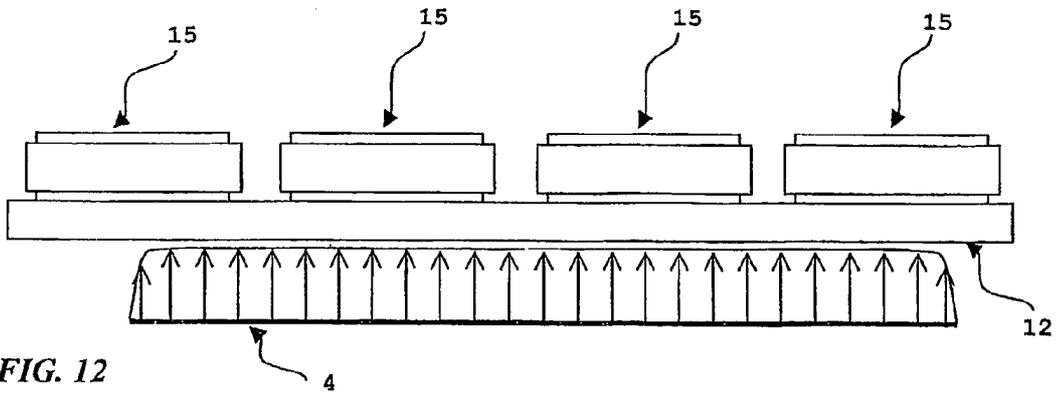


FIG. 15

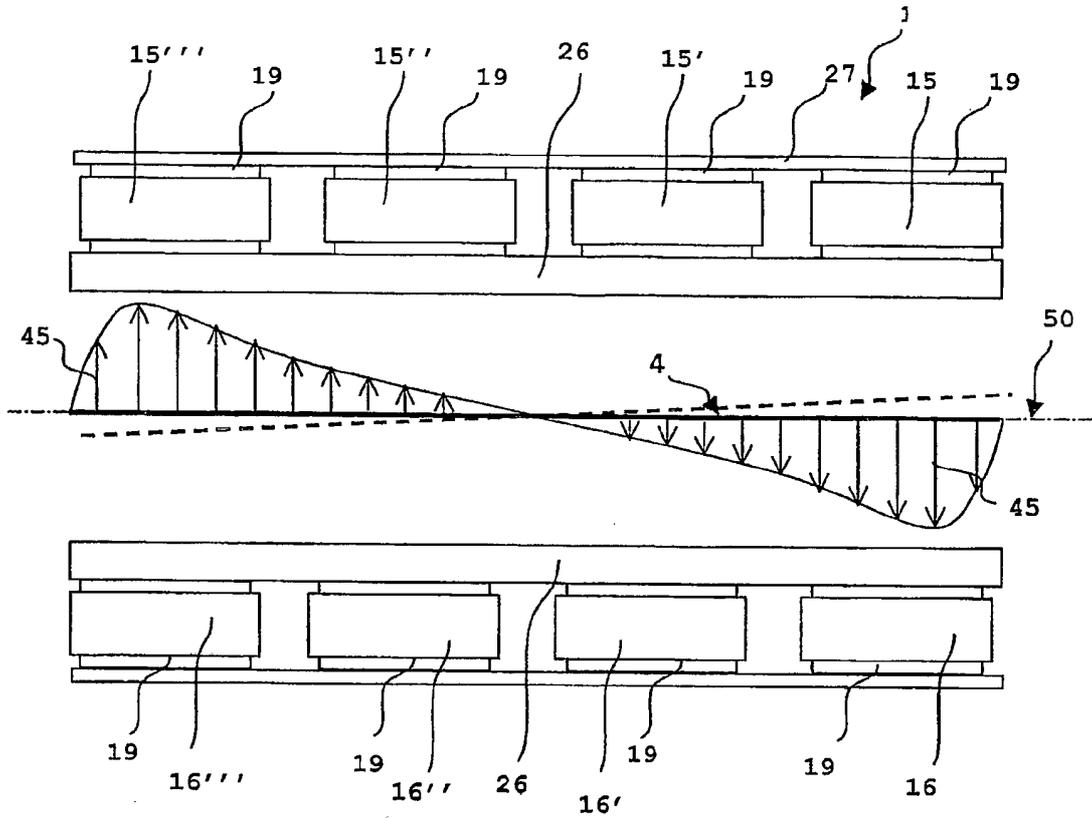


FIG. 16

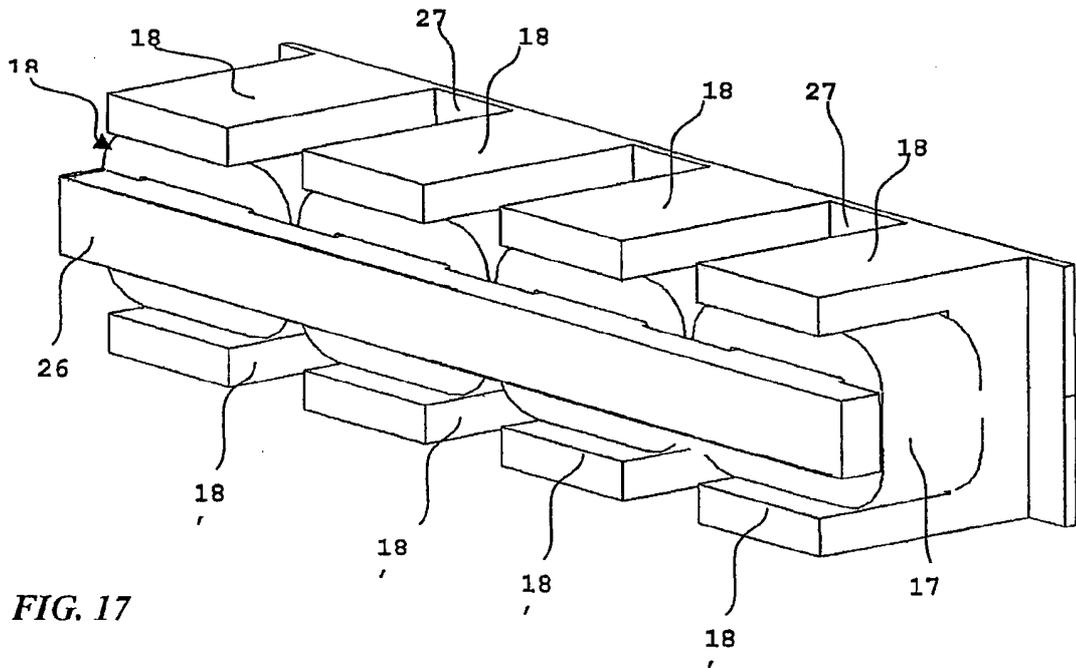


FIG. 17

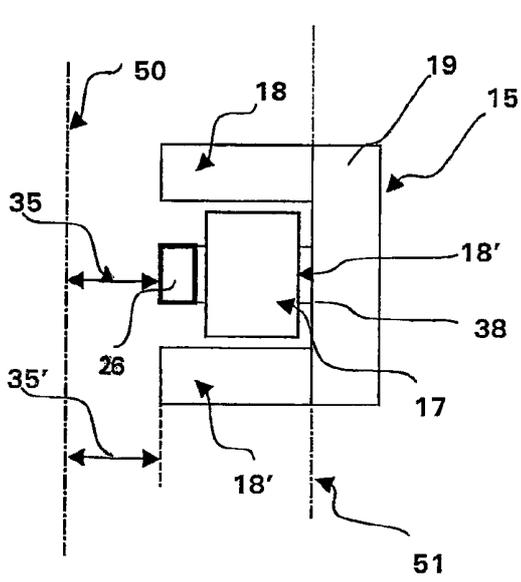


FIG. 18

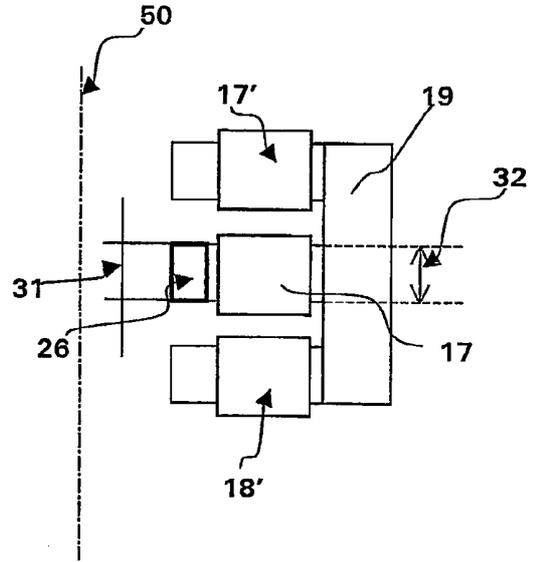


FIG. 19

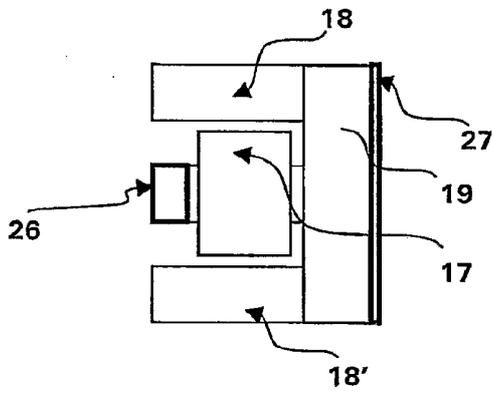


FIG. 20

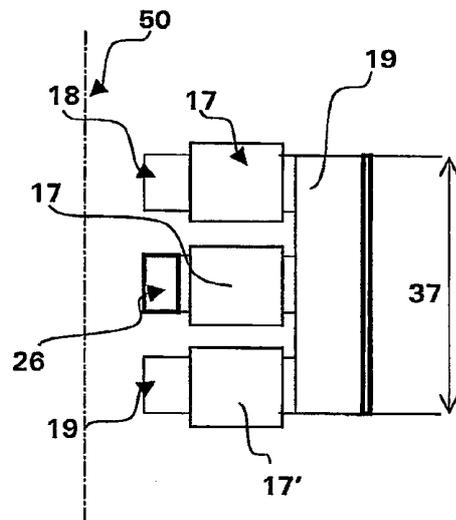


FIG. 21

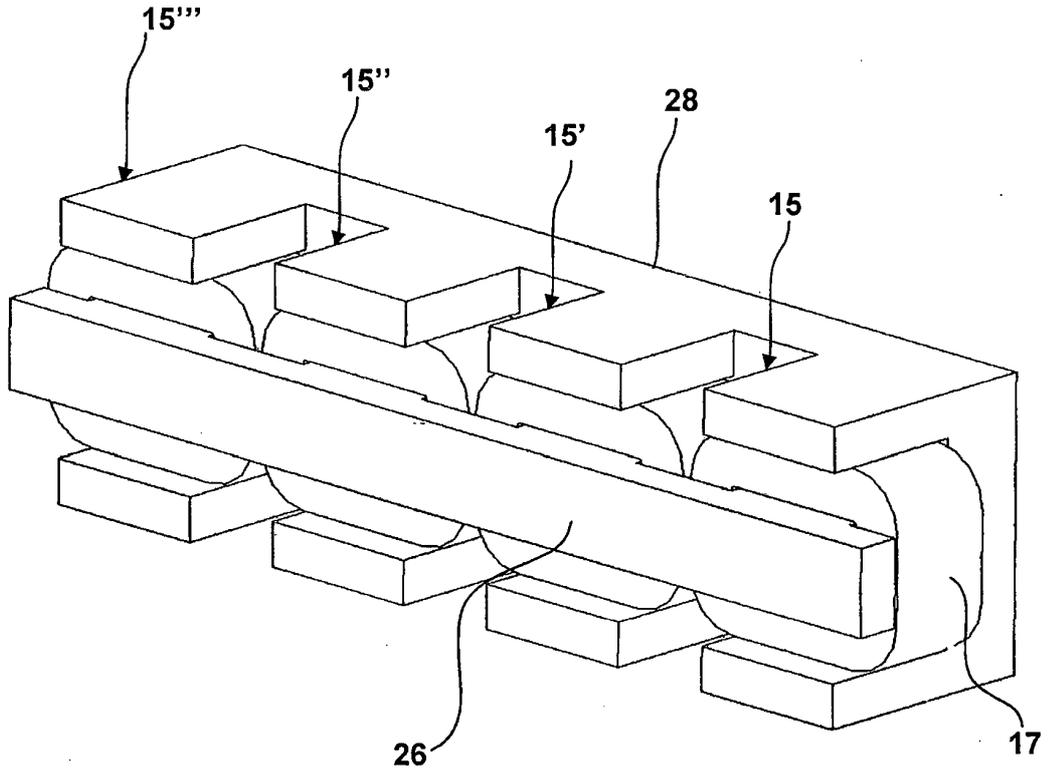


FIG. 22