

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 017**

51 Int. Cl.:

G01N 27/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2013 PCT/EP2013/050470**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.08.2013 WO13124087**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2013 E 13701389 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2705360**

54 Título: **Disposición de bobinas continuas, dispositivo de control con disposición de bobinas continuas y procedimiento de control**

30 Prioridad:

23.02.2012 DE 102012202800
05.12.2012 EP 12195748

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2017

73 Titular/es:

INSTITUT DR. FOERSTER GMBH & CO. KG
(100.0%)
In Laisen 70
72766 Reutlingen, DE

72 Inventor/es:

BÖCKER, MATTHIAS;
HADITSCH, FRANZ y
KOCH, STEFAN

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 640 017 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

Disposición de bobinas continuas, dispositivo de control con disposición de bobinas continuas y procedimiento de control

5

Campo de la invención

[0001] La invención se refiere a una disposición de bobinas continuas para el uso en un dispositivo de control para el control de productos alargados en el procedimiento continuo mediante corriente de Foucault de acuerdo con el preámbulo de reivindicación 1, a un procedimiento de control para el control de productos alargados mediante corriente de Foucault de acuerdo con el preámbulo de reivindicación 12 así como a un dispositivo de control con una disposición de bobina continua de este tipo.

10

Estado de la técnica

15

[0002] Productos alargados son objetos metálicos extendidos, como por ejemplo alambres, varas, barras o tubos o similares. Dichos productos alargados pueden servir como materiales de partida para productos acabados de primera calidad y están sometidos frecuentemente a requerimientos de calidad muy altos.

20

El control de defectos de material, por ejemplo de grietas cercanas a la superficie, rechupe, cáscaras u otra heterogeneidad material (en lo sucesivo también designados errores o defectos), forma una parte importante del control de calidad de estos productos. En este caso el objetivo generalmente es un control a ser posible continuo de la superficie de material con alta resolución, que a ser posible debe realizarse en el lugar de fabricación en el mismo ciclo y con la velocidad del procedimiento de fabricación.

25

Estos controles se realizan en la actualidad en gran medida usando métodos electromagnéticos, particularmente la técnica de corriente de Foucault, en el procedimiento continuo. Durante el control en el procedimiento continuo un objeto por controlar (objeto de control; pieza de prueba) se mueve y controla al mismo tiempo con una velocidad continua prefijada relativamente alta por una sección de control equipada con una sensorica correspondiente.

30

[0003] Durante el control no destructivo de materiales en el procedimiento de corriente de Foucault, por medio de una bobina de excitación accionada por corriente alterna se genera una (corriente de Foucault) de orientación, magnitud y frecuencia adecuada y se registran y evalúan las irregularidades que surgen de la corriente de Foucault con ayuda de sensores, p.ej. de una disposición de bobinas.

35

[0004] Con el control de la corriente de Foucault se aprovecha el efecto de que la mayoría de las irregularidades o defectos en un material eléctricamente conductor tienen otra conductividad eléctrica y/o otra permeabilidad que el material de control mismo.

40

La señal de medición por evaluar se determina sobre todo por la permeabilidad y conductividad del material de muestra y de la distancia entre el sensor de corriente de Foucault y la superficie de material, donde al aumentar la distancia del sensor de la superficie de material, disminuye también la fuerza absoluta de la señal de error y también la proporción entre señal útil y señales de avería (proporción de utilidad/avería; proporción u/a).

45

[0005] En una clase de dispositivos de control para el procedimiento continuo se usa una disposición de bobina continua que comprende el objeto de control, a través del que se conduce el objeto por ser controlado (el producto alargado). Una disposición de bobina continua tiene una disposición de bobina de excitación con una bobina de excitación, que comprende una abertura de paso para la conducción de un objeto alargado a lo largo de una dirección continua. La disposición de la bobina de excitación tiene una instalación de conexión para la conexión de la bobina de excitación a una fuente de tensión alterna.

50

Además, está prevista una disposición de bobinas receptoras dispuesta alrededor de las aberturas de paso, que presenta una instalación de conexión para la conexión de la disposición de bobinas receptoras a un dispositivo de evaluación del dispositivo de prueba.

55

La disposición de la bobina de excitación y la disposición de la bobina receptora se conectan por medio de los dispositivos de conexión a los componentes eléctricos o electrónicos del dispositivo de prueba.

Dichas disposiciones completas de bobinas se pueden fabricar generalmente de forma relativamente económica y debido a su macidez se pueden utilizar también bajo condiciones ambientales duras de forma segura y económica.

60

[0006] En la patente DE 101 35 660 C1 se describe una disposición de bobina continua genérica, con la que debe ser posible de manera comercial, encontrar de manera segura errores tipo vía de forma segura, garantizar una resolución de defectos clara y asegurar una reproductibilidad buena de los resultados de la prueba. La disposición de bobina continua tiene un elemento de medición que comprende por fuera el objeto por examinar en forma de al menos tres bobinas de medición en segmento que rodean el objeto de forma circular con una distancia radial intermedia, donde las bobinas son de conductores en banda en conexión diferencial o multidiferencial.

65

Estas bobinas de medición en segmento se solapan en dirección perimetral con extremos adyacentes entre sí y se acoplan con una electrónica de evaluación de varios canales. Además, las bobinas de medición en segmento

están rodeadas por una bobina absoluta, que a su vez está rodeada de una bobina de excitación asociada a todas las bobinas de medición. La bobina absoluta también se puede segmentar bajo adaptación configurativa a las bobinas de medición en segmento, donde las bobinas absolutas en segmento se solapan con sus extremos. Por medio del hecho de que las superficies de efecto de las bobinas de las bobinas de medición en segmento se solapan en dirección perimetral, se debe conseguir una cobertura real al 100% de la tapa de la superficie del objeto por examinar con las mismas sensibilidades.

Tarea y solución

10 [0007] Es una tarea de la invención poner a disposición una disposición de bobinas continuas genéricas para el uso en un dispositivo de control para el control de productos alargados en el proceso continuo, que pueda poner a disposición en el objeto por controlar de forma continua resultados expresivos sobre defectos y otras irregularidades con una estructura económica y sólida.

15 Otra tarea de la invención es poner a disposición un procedimiento de control así como un dispositivo de control, con una disposición de bobinas continuas de este tipo.

[0008] Para la solución de estas tareas se pone a disposición una disposición de bobinas continuas con las características de la reivindicación 1.

20 Además, se pone a disposición un procedimiento de control con las características de la reivindicación 12 así como un dispositivo de control con las características de la reivindicación 15.

[0009] Perfeccionamientos ventajosos se indican en las reivindicaciones dependientes. El texto de todas las reivindicaciones se redacta con referencia al contenido de la descripción.

25 [0010] La disposición de la bobina receptora tiene dos o más disposiciones de bobinas en segmento que se reparten sobre el perímetro de la abertura de paso.

Cada una de las disposiciones de bobinas en segmento tiene una zona de registro, que sólo cubre una parte del perímetro total de la superficie del producto alargado, es decir, un segmento perimetral.

30 Una disposición de bobinas continuas de este tipo tiene una excitación común para dos o más disposiciones de bobinas en segmento, que cubren sólo respectivamente una parte o un segmento del perímetro de la pieza de control.

Por tanto, todas las señales proporcionadas por las disposiciones de bobinas en segmento individuales se basan en la misma excitación y por tanto son comparables entre sí en la misma excitación.

35 Simultáneamente, la segmentación o división de la disposición de bobina receptora en varias disposiciones de bobinas en segmento, permiten que señales de error que aparecen se puedan asociar a una sección perimetral determinada de la superficie del objeto.

Por consiguiente, es posible una localización de defectos no sólo, como como en las disposiciones de bobinas continuas convencionales, sino también en la dirección perimetral.

40 Las ventajas de disposiciones de bobinas continuas convencionales en cuanto a macidez y fiabilidad permanecen.

[0011] En la invención solicitada está previsto que las disposiciones de bobinas en segmento se repartan sobre al menos dos cáscaras que comprenden la abertura de paso con distancias diferentes a un eje de referencia de la disposición de bobinas continuas.

45 Las primeras disposiciones de bobinas en segmento están dispuestas sobre una primera cáscara en dirección perimetral sin solapamiento recíproco.

Por el contrario, segundas disposiciones de bobinas en segmento están dispuestas sin solapamiento recíproco en dirección perimetral sobre una segunda cáscara. Dado que entre las cáscaras existe una distancia en

50 dirección radial hacia el eje de referencia, las primeras disposiciones de bobinas en segmento tienen otra distancia hacia el eje de referencia que las segundas disposiciones de bobinas en segmento. El concepto "cáscara" mostrado a este respecto designa una superficie que se extiende en dirección perimetral alrededor del eje de referencia, cuyos segmentos de superficie están alineados en paralelo al eje de referencia y curvados en dirección perimetral de forma continua o por secciones.

55 [0012] La distancia radial de una superficie al eje de referencia sigue una función de distancia prefijada.

Por medio del hecho de que todas las disposiciones de bobinas en segmento de una cáscara están sobre esta cáscara, está definida la distancia radial al eje de referencia en cada punto de cada disposición de bobinas en segmento de una cáscara sobre la función de distancia. Las disposiciones de bobinas en segmento de una cáscara están dispuestas sobre su cáscara respectiva sin solapamiento recíproco. En dirección perimetral pueden limitar directamente uno con el otro. Generalmente existe sin embargo una distancia en dirección perimetral entre los extremos dispuestos uno hacia el otro de disposiciones de bobinas contiguas en segmento.

65 [0013] A distancia definida de la primera y la segunda cáscara entre sí hay una comparación inmediata de las señales de las primeras y segundas disposiciones de bobinas en segmento, puesto que las señales de error producidas generalmente muestran un comportamiento de distancia característico y por lo tanto se pueden comparar entre sí por medio de funciones de distancia conocidas.

[0014] La disposición sobre dos o más cáscaras que se solapan en dirección continua permite una asignación precisa de señales de error que tengan lugar a un punto axial a lo largo del producto alargado controlado.

[0015] La prevención de solapamiento recíproco en dirección perimetral se considera como ventajoso.

Según observaciones de los inventores, las distancias de las disposiciones de bobinas en segmento que generan señales respecto a la superficie de control, distancias que son determinantes para el control en zonas de superposición de disposiciones de bobinas en segmento, que deben estar a distancia nominal igual al eje de referencia, se diferencian de aquellas de las zonas fuera de superposición, de modo que pueden resultar imprecisiones de medición. Estas se previenen evitando solapamiento recíproco.

[0016] Sin embargo, para que sea posible un control continuo en dirección perimetral, las primeras y segundas disposiciones de bobinas en segmento en dirección perimetral están dispuestas de forma desplazada una respecto a la otra de tal manera que las secciones perimetrales que están entre las primeras disposiciones de bobinas en segmento se pueden recoger total o parcialmente por las segundas disposiciones de bobinas en segmento.

En otras palabras: las primeras y segundas disposiciones de bobinas en segmento están desplazadas en dirección perimetral de tal manera una respecto a la otra, que las segundas disposiciones de bobinas en segmento comprenden secciones perimetrales, que no son cubiertas por las primeras disposiciones de bobinas en segmento.

Por tanto, las primeras y segundas disposiciones de bobinas en segmento cubren entonces secciones perimetrales diversas del producto alargado por controlar, donde las zona de captación se complementan en total y dado el caso incluso parcialmente de manera que es posible un control continuo en dirección perimetral.

[0017] Según otra formulación las disposiciones de bobinas en segmento respectivas están dispuestas sin solapamiento recíproco sobre sus cáscaras correspondientes y las disposiciones de bobinas en segmento respectivas están dispuestas sobre las diferentes cáscaras de tal manera en dirección perimetral desplazadas circunferencialmente una respecto a la otra, que el perímetro completo está cubierto por las disposiciones de bobinas en segmento de todas las cáscaras.

[0018] Preferiblemente las disposiciones de bobinas en segmento están repartidas sobre exactamente dos cáscaras, es decir, sobre una primera cáscara y exactamente una segunda cáscara.

Por medio de esto resulta desde el punto de vista constructivo una estructura de poca complejidad y esto es suficiente para asignar las señales producidas por las disposiciones de bobinas de segmento a sólo dos funciones de distancia. Sin embargo, también es posible, distribuir disposiciones de bobinas en segmento sobre dos o más cáscaras, por ejemplo sobre tres, cuatro, cinco o seis cáscaras, entre las que existe respectivamente una distancia en dirección radial. Puede ser que el recubrimiento completo del perímetro solo se consiga a través de la combinación de disposiciones de bobinas en segmento de tres o más cáscaras.

[0019] En algunas formas de realización las primeras disposiciones de bobinas en segmento están dispuestas a una primera distancia radial al eje de referencia sobre una primera cáscara cilíndrica circular y segundas disposiciones de bobinas en segmento a una segunda distancia radial desviada de la primera distancia radial hacia el eje de referencia sobre una segunda cáscara cilíndrica circular. Cuando la forma seccional transversal presenta simetría central respecto a un centro de simetría, el eje se puede designar por el centro de simetría como eje de referencia central o eje central. En las formas de realización de este tipo las cáscaras forman respectivamente áreas de superficie de cilindro circular coaxial al eje central de la disposición de bobinas continuas.

Formas de realización con sección transversal circular son por ejemplo ventajosas para el control de material redondo (producto alargado con sección transversal circular, macizo o como tubo), se pueden usar con evaluación de señal adecuada también para el examen de productos alargados con corte seccional poligonal.

[0020] En formas de realización alternativas las cáscaras pueden tener una forma seccional transversal diferente que se diferencia de la forma circular. Por ejemplo, son posibles cáscaras con corte transversal oval o corte transversal ovoide. También es posible, que las cáscaras tengan un corte seccional poligonal, por ejemplo un corte seccional esencialmente cuadrado con área angular redondeada.

La distancia radial entre las cáscaras y al eje de referencia no tiene que ser uniforme, sino puede variar en dirección perimetral.

[0021] Para evitar diferencias de sensibilidad demasiado grandes entre las disposiciones de bobinas en segmento de cáscaras diferentes, una distancia radial entre la primera cáscara y la segunda cáscara o entre cáscaras adyacentes debería ser como máximo de un centímetro, donde la distancia debería ser preferiblemente de 1 mm o menos, particularmente entre 0.1 mm y 1 mm.

Son posibles distancias más grandes, y las diferencias de fuerza de señal pueden ser compensadas o consideradas de manera electrónica o aritmética.

[0022] El número de disposiciones de bobinas en segmento por cáscara se puede adaptar a la función de control.

Es posible, que el número de disposiciones de bobinas en segmento sobre cada cáscara sea el mismo. Sobre las cáscaras también pueden ser previstas cantidades desiguales de disposiciones de bobinas en segmento

5 [0023] Frecuentemente es ventajoso que estén dispuestas sobre una cáscara un número par de disposiciones de bobinas en segmento, por ejemplo, dos, cuatro, seis u ocho disposiciones de bobinas en segmento. Alternativa o adicionalmente se pueden proporcionar sobre una cáscara una o varias parejas de disposiciones de bobinas en segmento dispuestas una frente a la otra diametralmente. Esto puede valer para cáscaras individuales, varias o todas las cáscaras.

10 [0024] En general la disposición de bobinas receptoras puede presentar varias parejas de disposiciones de bobinas en segmento dispuestas una frente a la otra diametralmente. De aquí pueden resultar ventajas durante la evaluación de la señal.

15 Esta medida puede ser ventajosa en disposiciones de bobinas continuas con estructura de cáscara (según la invención reivindicada) o en disposiciones de bobinas continuas sin estructura de cáscara.

[0025] Son posibles configuraciones diversas de disposiciones de bobinas en segmento adaptadas al propósito respectivo de uso.

20 Una disposición de bobinas en segmento puede presentar exclusivamente una o varias disposiciones de bobinas de diferencia, exclusivamente una o varias disposiciones de bobinas absolutas o una combinación de al menos una disposición de bobinas de diferencia y al menos una disposición de bobinas absolutas.

[0026] El concepto "disposición de bobinas diferenciales" debe comprender a este respecto tanto disposiciones de bobinas diferenciales sencillas como también disposiciones de bobinas diferenciales múltiples.

25 Las señales eléctricas producidas por una disposición de bobinas diferenciales se designan típicamente como señales diferenciales.

[0027] Una disposición de bobinas absolutas proporciona señales absolutas.

Con la evaluación correspondiente estas se pueden utilizar para la detección de errores.

30 Puesto que la amplitud de señales absolutas depende en gran medida y de modo característico de la distancia entre la disposición de bobinas absolutas y la superficie de la muestra, una disposición de bobinas absolutas con la evaluación correspondiente de las señales absolutas puede servir como sensor de distancia, cuando se conecta a un dispositivo de evaluación de distancia para la puesta en servicio y las señales absolutas correspondientes se evalúan como señales de distancia (compárese p.ej. el documento DE 44 38 171 A1).

35 [0028] Preferiblemente todas las disposiciones de bobinas en segmento tienen respectivamente al menos una disposición de bobinas diferenciales.

40 El concepto "disposición de bobinas diferenciales" designa una disposición de bobinas, que presenta dos o más disposiciones de bobinas parciales, que actúan en sentido opuesto. Así, un cambio del campo magnético que entra en una disposición de bobinas diferenciales sólo produce entonces una señal, cuando el cambio de intensidad del campo en las disposiciones de bobinas que actúan en sentido opuesto, es diverso. Por el contrario, si no hay modificaciones del campo o las modificaciones del campo son igual de intensas en las disposiciones de bobinas parciales que funcionan en sentido opuesto, no resulta así ninguna señal de salida. Con ayuda de disposiciones de bobinas diferenciales es posible una detección de defectos especialmente sensible también en caso de errores de pequeña magnitud.

45 Las disposiciones de bobinas diferenciales están preferiblemente dispuestas de manera que en el perímetro total de la pieza de prueba pueden registrarse señales diferenciales, de modo que es posible un control continuo en dirección perimetral sin disposiciones de bobinas diferenciales.

50 [0029] Preferiblemente, una disposición de bobinas en segmento tiene además de una disposición de bobinas diferenciales también una disposición de bobinas absolutas. Esto puede estar previsto para todas las disposiciones de bobinas en segmento o sólo para una parte de la disposición de bobinas en segmento. El concepto "disposición de bobinas absolutas" designa a este respecto una disposición de bobinas, que al cambiar el campo magnético entrante genera una señal de salida (señal absoluta). Una disposición de bobinas absolutas puede presentar varias disposiciones de bobinas parciales. Sin embargo, al contrario a una disposición de bobinas diferenciales respecto al campo magnético entrante, están conectadas en el mismo sentido, de modo que un cambio de campo también produce respectivamente una señal en varias disposiciones de bobinas parciales, donde estas señales se añaden a la salida de la disposición de bobinas absolutas.

60 [0030] Esta medida puede ser ventajosa en disposiciones de bobinas continuas con estructura de cáscara (según la invención reivindicada) y en disposiciones de bobinas continuas convencionales sin estructura de cáscara.

65 [0031] Con una disposición de bobinas diferenciales se pueden registrar p.ej. defectos de agujeros y defectos transversales con sensibilidad alta.

Además, se pueden valorar errores longitudinales correspondientemente a sus gradientes de profundidades.

Con ayuda de una disposición de bobinas absolutas es entre otras cosas posible registrar errores longitudinales uniformes en toda su longitud. La captación simultánea de señales de diferencia y señales absolutas permite una calificación más fiable de los tipos de defectos.

[0032] Además, con una disposición de bobinas absolutas también se pueden registrar señales de distancia, de modo que de partes de señal de la disposición de bobinas absolutas también se puede obtener información sobre la distancia entre las disposiciones de bobinas de segmento y la superficie de muestra, es decir, la distancia de control.

Estas señales de distancia pueden utilizarse p.ej. sobre el lado electrónico o de software para la compensación de distancia, para, por ejemplo, en caso de posición de pieza de control excéntrica mejorar la comparación de señales de error registradas en segmentos diferentes.

[0033] Preferiblemente una disposición de bobinas diferenciales y una disposición de bobinas absolutas están dispuestas en un elemento de soporte común. Así, se puede fijar de forma mecánicamente exacta la posición relativa de estas disposiciones de bobinas entre sí. En algunas formas de realización el elemento de soporte tiene una superficie interna (que da la cara a la pieza de control que pasa) y una superficie externa, donde una disposición de bobinas diferenciales y una disposición de bobinas absolutas están dispuestas al menos parcialmente en la misma superficie del elemento de soporte. Aquellos componentes de la disposición de bobinas que están dispuestos en la misma superficie, tienen la misma distancia prefijada por la forma de la cáscara hacia el eje de referencia de la disposición de bobinas continuas, de modo que es posible sin más una evaluación común de las señales.

[0034] Esta medida puede ser ventajosa en disposiciones de bobinas continuas con estructura de cáscara (según la invención reivindicada) y en disposiciones de bobinas continuas convencionales sin estructura de cáscara.

[0035] En algunas disposiciones de bobinas continuas está previsto que en una disposición de bobinas continuas en segmento la disposición de bobinas diferenciales está dispuesta de forma esencialmente simétrica a una superficie plana de la bobina (típicamente plano central) de la disposición de bobinas de excitación y la disposición de bobinas absolutas está dispuesta de forma no simétrica a la superficie plana de la bobina parcial o completamente en una zona del área heterogénea del campo producido por la disposición de bobinas de excitación.

De esta manera es posible una detección de distancia especialmente sensible con ayuda de la disposición de bobinas absolutas. Es de considerar en este caso, que los arrollamiento de la disposición de bobinas absolutas están en una superficie típicamente curvada, que se encuentra perpendicular a la superficie plana de la bobina de excitación.

En la disposición asimétrica se encuentra por lo menos una parte de los arrollamientos generadores de señales en la zona del área heterogénea, donde el campo magnético que aparece en el lugar de la disposición de bobinas absolutas tiene un componente radial (componente y), que impone la disposición de bobinas absolutas. La fuerza de este componente se modifica de forma significativa dependiendo de la distancia entre la disposición de bobinas absolutas y la superficie del producto alargado, lo que afecta a la distribución de líneas del campo en el lugar de la disposición de bobinas absolutas. Por consiguiente resulta una disposición arrollamientos absolutos en el campo de gradientes, que se modifica por modificación de la posición radial del producto alargado en el recorrido. Con una posición no céntrica o excéntrica del producto alargado resulta una variación del flujo magnético a través de las espiras de la disposición de bobinas absolutas, que se puede registrar por disposiciones de bobinas absolutas usadas como sondas de distancia.

[0036] Una señal de distancia especialmente fuerte y estable se consigue en algunas formas de realización de forma que una disposición de bobinas absolutas presenta simétricamente a una superficie de bobina o superficie plana de la disposición de bobinas de excitación en una primera zona del campo heterogénea delante del plano de bobinas una primera disposición de bobinas parcial y en una segunda zona del campo heterogénea detrás del plano de la bobina una segunda disposición de bobinas parcial, donde la primera y la segunda disposición de bobinas están conectadas en sentido contrario.

Las disposiciones de bobinas parciales son atravesadas en diferentes direcciones de líneas de campo por el campo heterogéneo. A través de la conexión en sentido opuesto se consigue que se añadan las tensiones inducidas en las disposiciones de bobinas parciales, de modo que resultan fuertes señales de distancia.

[0037] La segmentación de disposiciones de bobinas absolutas usadas como sensores de distancia en relación con la disposición en la parte heterogénea del campo magnético da como resultado sensores segmentados de determinación de distancia, que, a diferencia de las disposiciones de bobinas absolutas convencionales no aprovechan las líneas de campo del producto alargado que se extienden aproximadamente en la dirección de paso, sino los componentes de las líneas de campo magnético que están en perpendicular a aquellos.

Por medio de estas líneas del campo magnético se detecta el cambio del campo de gradientes dependiendo de la posición del producto alargado por controlar.

[0038] Estas medidas pueden ser ventajosas en disposiciones de bobinas continuas con estructura de cáscara (según la invención reivindicada) y en disposiciones de bobinas continuas genéricas sin estructura de cáscara.

5 [0039] La posibilidad abierta por la segmentación, de producir señales de distancia con ayuda de las disposiciones de bobinas absolutas de forma separada en diferentes secciones circunferenciales del producto alargado, permite, por medio de las señales de distancia, conseguir una información del lugar respecto a la posición del producto alargado dentro de la disposición de bobinas continuas.

10 [0040] Una evaluación común de señales absolutas de disposiciones de elementos en segmento dispuestas una frente a la otra diametralmente en parejas permite p.ej. de una manera especialmente sencilla la determinación del diámetro de la pieza de prueba en la dirección diagonal correspondiente y en su caso también de fluctuaciones del diámetro y/o desalineamientos.

15 [0041] Estas medidas pueden ser ventajosas en disposiciones de bobinas continuas con estructura de cáscara (según la invención reivindicada) y en disposiciones de bobinas continuas genéricas sin estructura de cáscara.

20 [0042] La invención se refiere también a un procedimiento de control para el control de productos alargados, donde se usa un producto alargado a lo largo de una dirección de paso a través de una disposición de bobinas continuas del tipo descrito en esta solicitud.

[0043] Dichas disposiciones de bobinas continuas permiten procesos para evaluación, que no son posibles con disposiciones de bobinas continuas convencionales.

25 [0044] En algunas formas de realización se lleva a cabo por ejemplo una evaluación común de señales de disposiciones de bobinas en segmento dispuestas en parejas una frente a la otra diametralmente.

30 [0045] En una variante la evaluación común comprende la detección de una señal de suma y/o una señal de diferencia de señales de distancia o señales absolutas de la disposición de bobinas en segmento dispuestas una frente a la otra diametralmente en parejas. A través de la evaluación se pueden determinar tanto el diámetro como también la excentricidad.

35 [0046] Mediante la evaluación de varias señales de distancia (p.ej. tres, cuatro, cinco o seis) de disposiciones de bobinas absolutas desplazadas por el perímetro es posible, entre otras cosas, una determinación de valores del diámetro, fluctuaciones del diámetro y/o desalineamientos de la pieza de prueba frente a la disposición de bobinas continuas.

40 [0047] En algunas formas de realización se determina a partir de señales absolutas de varias disposiciones de bobinas absolutas distribuidas por el perímetro una información sobre diámetro, geometría de pieza de control, falta de redondez y/o decalaje axial entre la disposición de bobinas continuas y el objeto de control.

45 [0048] Otra ventaja del uso de la invención consiste en que se puede producir un protocolo de defectos que contiene una asignación entre una señal de error y una sección perimetral correspondiente del objeto controlado. Esta información permite una evaluación mucho mejor y precisa de defectos. Si por ejemplo un defecto en principio procesable posteriormente se encuentra en una sección de perímetro, que con la aplicación posterior previsiblemente no va a empeorar de forma crítica, se puede ahorrar un trabajo posterior. Cuando es necesario un trabajo posterior, a causa del protocolo del defecto la zona afectada por el error se encuentra ya limitada a una sección perimetral relativamente pequeña, de modo que los errores se pueden localizar más fácilmente. En el caso de errores que no se pueden procesar posteriormente, a causa del protocolo de defectos se puede decidir si estos se encuentran en una sección perimetral crítica o en su caso no crítica, de modo que se puede decidir sobre el uso de la pieza de prueba de forma más precisa que hasta ahora.

50 Este puede por ejemplo útil en tubos soldados para la evaluación diferente de errores de pared y de costura y en perfiles poligonales para la evaluación adecuada de errores de superficies y de cantos. Las diferenciaciones y su priorización son especialmente importantes, para poder intervenir a tiempo en un proceso de fabricación, para fabricar sin errores material todavía por procesar.

55 [0049] El protocolo de defectos puede contener también datos sobre diámetro, geometría de pieza de control y/o falta de redondez del objeto de control como función de la posición en dirección longitudinal.

60 [0050] En relación con la estructura cáscara de la disposición de bobinas continuas pueden conseguirse resultados de prueba especialmente precisos. Estas medidas se pueden usar en principio ventajosamente en disposiciones de bobinas continuas con estructura cáscara (según la invención reivindicada) y parcialmente también en disposiciones de bobinas continuas genéricas sin estructura cáscara.

65 [0051] Estas y otras características se deducen además de las reivindicaciones también de la descripción y los dibujos, donde las características individuales se pueden realizar respectivamente por sí mismas de forma

aislada o combinando varias en forma de combinaciones alternativas en una forma de realización de la invención y se pueden realizar en otros campos y pueden representar realizaciones ventajosas y patentables por sí mismas. Ejemplos de realización de la invención se representan en los dibujos y se explican con más detalle a continuación.

5

Breve descripción de las figuras

[0052]

Fig. 1

10 Una vista en perspectiva oblicua de una forma de realización de una disposición de bobinas continuas según la invención con un objeto de control que pasa por la aberturas de paso;

Fig. 2

Una vista axial esquemática de la disposición de bobinas continuas de la Fig. 1;

Fig. 3

15 muestra un corte longitudinal a través de una bobina de excitación con forma cilíndrica circular con símbolos para el transcurso de líneas de campo magnéticas;

Fig. 4

muestra detalles para el transcurso de campo por una bobina de excitación;

Fig. 5

20 muestra una vista en perspectiva oblicua de una forma de realización de una disposición de bobinas en segmento;

Fig. 6

muestra variantes diferentes de disposiciones de cáscara con disposiciones de bobinas absolutas y diferenciales;

y

25 Fig. 7

muestra una forma de realización de una disposición de bobinas continuas con forma aproximadamente cuadrada del corte transversal.

Descripción detallada de formas de realización preferidas

30

[0053] La representación esquemática en perspectiva oblicua en la Fig. 1 muestra componentes de un dispositivo de control para el control ant destructivo de corriente de Foucault de objetos electroconductivos extendidos u objetos alargados en el proceso continuo.

35

En el ejemplo mostrado el objeto por controlar (objeto de control; pieza de prueba) es un tubo metálico 190, que a una velocidad continua se transporta hasta el orden de magnitud de algunos m/s a lo largo de una dirección de desplazamiento 192 por una sección de control del dispositivo de control. El dispositivo de control puede estar integrado en una línea de producción, por ejemplo una línea de soldadura tubular. También es posible que el dispositivo de control se aloje en una línea de control separada, que contiene un recorrido de control, que garantiza el transporte óptimo del material de control a través de la sección de control. El recorrido de control contiene entre otras cosas, dispositivos guía y dispositivo de posicionamiento, para asegurar, que el eje longitudinal central del objeto de control pase por la sección de control de la forma mas céntrica posible.

40

[0054] En la sección de control está dispuesta una disposición de bobinas continuas 100 estacionaria.

45

Esta comprende un soporte de bobinas 110 mostrado en la Fig. 2, que esencialmente se fabrica por un manguito cilíndrico de un material electroconductor o solo ligeramente electroconductor, por ejemplo de material plástico reforzado con fibra. El soporte de bobinas cerrado en la dirección perimetral rodea una abertura de paso circular 112 para atravesar el objeto 190 por controlar. En el centro de la abertura de paso se extiende el eje central 114 de la disposición de bobinas continuas, que sirve como eje de referencia.

50

El diámetro interior del soporte de bobinas es en algún porcentaje mayor que el diámetro exterior del objeto de control de mayor tamaño que hay que pasar a través, de modo que en todos los objetos de control por controlar con esta disposición de bobinas continuas, con diámetros de diferentes tamaños, se evita un contacto entre el objeto de control y la disposición de bobinas continuas.

55

[0055] En el lado exterior del soporte de bobinas están dispuestos los componentes eléctricos de la disposición de bobinas continuas, es decir una disposición de bobinas de excitación y una disposición de bobinas receptoras.

60

La disposición de bobinas receptoras 120 tiene una única bobina de excitación en forma de una bobina de banda plana 122. Esta se forma por medio de una banda metálica plana de material electroconductor bueno, por ejemplo cobre, que está curvado en forma anular alrededor del soporte de bobinas o la abertura de paso y en la zona de conexión tiene dos secciones de conexión 124 curvadas radialmente hacia fuera, entre las que está dispuesta una capa aislante de material electroconductor aislante.

65

La bobina de banda plana forma un bobinado único, que está cerrada prácticamente sobre su perímetro total (con excepción de la zona de la capa aislante). La superficie plana de bobina de la bobina de excitación se extiende en perpendicular al eje central 114. El espesor medido en dirección radial de la cinta plana plegada de la banda plana puede estar p.ej. entre 0.5 mm y 1 mm y es mucho menor que la anchura medida de la banda

plana en paralelo al eje central 114 de la disposición de bobinas continuas, que puede ser de varios milímetros o varios centímetros según el diámetro.

La anchura puede comprender por ejemplo más del 10% del diámetro interior libre de la bobina de banda plana y se encuentra en el caso del ejemplo en aprox. 15% del diámetro libre. Ambos extremos de la bobina de banda plana están conectados por medio de conductos representados marcados a trazos y puntos conectados con una instalación de conexión 128, por medio de la cual la disposición de bobinas de excitación se puede conectar a una fuente de tensión alterna 130 del dispositivo de control. Para la adaptación de las impedancias de elemento de excitación 122 y de la fuente de tensión alterna 130 se puede interconectar un transmisor 127. La disposición de bobinas de excitación se puede poner en servicio con una única frecuencia de excitación o con varias frecuencias de excitación diferentes.

[0056] Además, dentro de la disposición de bobinas de excitación está dispuesta coaxialmente con esta una disposición de bobinas receptoras dispuesta alrededor de la abertura de paso 112, de la que forma parte una instalación de conexión 148 para la conexión de la disposición de bobinas receptoras a un dispositivo de evaluación 150 del dispositivo de control.

[0057] La disposición de bobinas receptoras tiene en el caso del ejemplo ocho disposiciones de bobinas en segmento 142-1 a 142-8 repartidas sobre el perímetro de la abertura de paso, que se dividen en dos grupos con respectivamente cuatro disposiciones de bobinas en segmento.

Las cuatro primeras disposiciones de bobinas en segmento 142-1 a 142-4 están a una primera distancia A1 radial desde el eje central 114 de la disposición de bobinas continuas sin solapamiento recíproco sobre una primera cáscara S1 cilíndrica circular. Cuatro segundas disposiciones de bobinas en segmento 142-5 a 142-8 están a una segunda distancia A2 radial, que es mayor que la primera distancia A1 radial, sin solapamiento recíproco sobre una segunda cáscara S2 entre la primera cáscara S1 y la bobina de excitación 122.

[0058] La diferencia de las distancias A1 y A2 o la distancia radial entre las cáscaras debería ser a ser posible pequeña, para que las señales registradas en cáscaras tengan una fuerza de señal a ser posible similar. La distancia radial entre las cáscaras debería ser según posibilidad de a lo sumo un centímetro, preferiblemente de 1 mm o debajo, p.ej. entre 0.1 mm y 1 mm. El límite inferior de la distancia está en primera línea condicionado por la fabricación.

[0059] Cada una de las primeras disposiciones de bobinas en segmento distribuidas uniformemente sobre la primera cáscara tiene una zona de registro, que sólo cubre una sección perimetral de aprox. 50° del perímetro de la superficie del objeto por controlar. En la dirección perimetral entre las primeras disposiciones de bobinas en segmento hay huecos. También las segundas disposiciones de bobinas en segmento que están más hacia fuera cubren respectivamente sólo una sección perimetral de aprox. 50° del perímetro de la pieza de prueba y tienen en dirección perimetral una distancia recíproca entre sí. Las segundas disposiciones de bobinas en segmento están dispuestas respecto a las primeras disposiciones de bobinas en segmento desplazadas circunferencialmente de tal manera que las segundas disposiciones de bobinas en segmento 142-5 a 142-8 cubren completamente los huecos que existen entre las primeras disposiciones de bobinas en segmento y solapan con ambos extremos los extremos próximos de las primeras disposiciones de bobinas en segmento 142-1 a 142-4 correspondientes. De esta manera las disposiciones de bobinas en segmento distribuidas en dos cáscaras forman conjuntamente un anillo cerrado en dirección perimetral alrededor de la abertura de paso 112.

[0060] Cada una de las disposiciones de bobinas en segmento está conectada a través de un propio canal K1 a K8 y la instalación de conexión 148 de varios canales al dispositivo de evaluación 150, de modo que es posible una evaluación separada de las señales de control de todas las disposiciones de bobinas en segmento.

[0061] En este "modelo de cáscara" las espiras o arrollamientos de las disposiciones de bobinas en segmento que están sobre una cáscara común, están siempre exacta y completamente en la misma distancia radial al eje central, es decir, sobre el mismo radio. En disposiciones de bobinas en segmento, que disponen de diferentes capas, el centro radial de la zona activa se encuentra sobre el mismo radio.

Todas las zonas de arrollamiento de disposiciones de bobinas en segmento de la misma cáscara tienen por tanto la misma sensibilidad a causa de la disposición geométrica, con lo que se consigue una comparación inmediata de las señales de sondas. El modelo de cáscara elimina un problema hasta ahora inobservado, que puede aparecer con tales soluciones, en las que se solapan mutuamente sobre un radio común las disposiciones de bobinas en segmento con sus extremos. Con un comportamiento de distancia de algunos dB por milímetros durante el análisis de defectos, pueden aparecer con soluciones convencionales con solapamiento recíproco diferencias de por encima de un dB. De esta manera empeora la interpretabilidad de las señales de medición. Se evitan solapamientos críticos de este tipo.

[0062] En el modelo de cáscara las disposiciones de bobinas en segmento de las diferentes cáscaras tienen diferencias de sensibilidad a causa de la diferencia de distancia A2 - A1.

Dentro de una cáscara no resultan diferencias de sensibilidad a causa de la prevención de solapamientos recíprocos.

Mediante el conocimiento del comportamiento de distancia de la sensibilidad de las disposiciones de bobinas en segmento, se pueden eliminar estas diferencias de sensibilidad de forma electrónica o con ayuda de software de evaluación apropiada.

5 [0063] Las disposiciones de bobinas en segmento están formadas respectivamente como disposiciones de bobinas en plano en el sentido de que la expansión lateral de una disposición de bobinas en un área cilíndricamente curvada es esencialmente mayor que la expansión medida en perpendicular a esta área. Las bobinas se forman por pistas conductoras 144 formadas en técnica de placa de circuito impresos, que se dispusieron sobre un material portador flexible, no electroconductor (cfs. Fig. 5).

10 Durante la fabricación de la disposición de bobinas continuas los soportes de las (primeras) disposiciones interiores provistos de pistas conductoras se colocan directamente sobre el lado exterior cilíndricamente arqueado del soporte de bobinas 110 y allí se fijan por ejemplo mediante adhesivo. Las (segundas) disposiciones de bobinas en segmento se pueden colocar directamente con su soporte encima, para alcanzar una distancia radial de las cáscaras a ser posible pequeña. También es posible, disponer los soportes de bobinas con distancia radial de uno respecto al otro.

[0064] Los extremos de conexión de las pistas conductoras se extienden aislados respectivamente entre sí sobre una franja de conexión formada de forma estrecha, que se puede conectar por medio de cables adecuados con el dispositivo de conexión 148.

20 Entre las bobinas de las disposiciones de bobinas en segmento 142-1 a 142-8 y la unidad de conexión 148 se pueden incluir unidades de refuerzo, que refuerzan las señales y/o provocan un desacoplamiento de la impedancia de bobinas inductiva de la impedancia de cables preponderantemente capacitiva.

[0065] En la disposición de bobinas continuas montadas están las disposiciones de bobinas de segmento entre el soporte de bobinas 110 y la bobina de excitación 122 situada en el exterior.

25 Entre el lado exterior del objeto de control y las respectivas disposiciones de bobinas en segmento existe una distancia radial de control, que en el caso del ejemplo de un objeto de control cilíndrico circular es igual para todas las disposiciones de bobinas en segmento de una cáscara, cuando el objeto de control pasa céntricamente a través de la disposición de bobinas continuas.

30 [0066] Cada disposición de bobinas en segmento 142-1 a 142-8 presenta una disposición de bobinas diferenciales y una disposición de bobinas absolutas. Así se puede registrar para cada sección perimetral por separado tanto una señal diferencial como también una señal absoluta y se puede asignar a la sección perimetral respectiva. Con ayuda una disposición de bobinas diferenciales también son detectables de forma fiable defectos pequeños u otras heterogeneidades en un material básico electroconductor por lo demás homogéneo, puesto que por diferenciación axial de segmentos de bobinas se pueden compensar ampliamente partes de señales que no provengan de defectos.

A causa de la segmentación es posible una resolución espacial en dirección perimetral.

40 Por ejemplo, el defecto F1 tipo grieta sobre el perímetro del tubo 190 sólo produce una señal de error en la disposición de bobinas en segmento 142-6 de la segunda cáscara S2, puesto que la pista de movimiento de este error al pasar el objeto de control sólo atraviesa la zona de registro de esta disposición de bobinas en segmento. El segundo error F2 desplazado en dirección perimetral y en dirección axial produce por el contrario en un momento posterior una señal de error en la disposición de bobinas en segmento 142-1 de la primera cáscara interior dispuesta desplazada perimetralmente. Ambos errores son localizables por consiguiente tanto en dirección axial como también en dirección perimetral. Las señales de error correspondientes se conducen por canales separados entre sí al dispositivo de evaluación 150 y allí se pueden asociar a las secciones circunferenciales respectivas.

[0067] Con ayuda de la disposición de bobinas absolutas de una disposición de bobinas en segmento se pueden reconocer sobre todo como señales de error, errores importantes que se extienden sobre todo en dirección longitudinal. Es especialmente importante sin embargo aquí la posibilidad del uso como sensor de distancia.

50 La fuerza de señal de la señal absoluta depende de forma sensible de la distancia entre la disposición de bobinas absolutas y la superficie de material, donde al aumentar la distancia de la disposición de bobinas absolutas a la superficie del material, disminuye la fuerza absoluta de la señal y la proporción entre la señal útil y la señal de interferencia. Más allá de cierta zona de distancia la relación es esencialmente lineal o bien calibrable de tal manera, de modo que las disposiciones de bobinas absolutas se pueden utilizar también como sensores de distancia.

[0068] Los sensores de distancia formados por las disposiciones de bobinas absolutas están dispuestos perpendiculares a la dirección de desplazamiento en el mismo plano que las disposiciones de bobinas diferenciales, con las que se detectan las señales de error.

60 El dispositivo de evaluación 150 comprende un dispositivo de evaluación de distancia y está configurado de tal manera que la información sobre la distancia que se puede derivar de señales de la disposición de bobinas absolutas se puede seguir procesando para fines de evaluación.

65

[0069] En el ejemplo de realización las señales absolutas o señales de distancia de las disposiciones de bobinas absolutas de las disposiciones individuales de bobinas en segmento se pueden asignar una por una a las señales diferenciales de la disposición de bobinas diferenciales de la disposición respectiva de bobinas en segmento.

5 Pero esto no es obligatorio. Por ejemplo, es posible, evaluar señales absolutas solo partir de un número más pequeño de disposiciones seleccionadas de bobinas absolutas sobre la información de distancia. Por ej. puede ser suficiente determinar cuatro señales de distancia a partir de cuatro disposiciones de bobinas absolutas diferentes (p.ej. dispuestas en pareja una frente a otra), que entonces se consideran controladas por software durante el tratamiento de las señales diferenciales de todas las ocho disposiciones de bobinas diferenciales.

10 [0070] Con ayuda de las Fig. 3 hasta 6 se explica, como en formas de realización de la invención se pueden usar disposiciones de bobinas absolutas segmentadas para producir señales de distancia.

Fig. 3 muestra a tal objeto un corte longitudinal a través de una bobina de excitación 122 con forma cilíndrica circular en paralelo al eje central 114 o a la dirección de desplazamiento de un producto alargado por controlar.

15 La bobina de excitación forma un conductor eléctrico atravesado en dirección perimetral con corriente alterna, donde el conductor eléctrico produce un campo electromagnético alterno, cuyas líneas de campo magnéticas (flechas) se extienden esencialmente en perpendicular a la dirección de flujo alrededor de la bobina de excitación.

20 En este caso surge simétricamente alrededor del plano central axial M de la bobina de excitación o simétricamente al plano de la bobina central una zona de campo esencialmente homogénea, donde las líneas de campo magnéticas se extienden en gran medida en paralelo a la dirección de desplazamiento o en perpendicular al plano de bobina de la bobina de excitación.

25 A ambos extremos axiales se anexa en la zona de campo homogénea FH una zona de campo heterogénea FI, en la que el campo de las líneas de campo magnético es heterogéneo de tal manera que las líneas de campo no se extienden en paralelo una respecto a otra y en paralelo al eje central.

[0071] Cerca de los extremos axiales de la bobina de excitación así como en la zona de reflujo de las líneas de campo fuera de la bobina de excitación, el campo magnético B tiene no sólo un componente x paralelo al eje central de la bobina de excitación, sino también un componente final en dirección radial al eje central.

30 Fig. 4 muestra esquemáticamente los componentes B_x y B_y del campo magnético.

En la Fig. 3 está la zona de campo heterogénea, que llega en parte hasta el interior de la bobina de excitación y comprende la zona de reflujo exterior, que está destacada en trazos.

La zona de campo homogénea no tiene rayado.

35 La zona de campo heterogénea es concebible para el posicionamiento de una disposición de bobinas absolutas para la compensación de distancia.

[0072] En formas de realización de la invención las disposiciones de bobinas absolutas segmentadas se usan como sensores de distancia, que de manera convencional no usan aquellas líneas de campo que se extienden en paralelo a la dirección de paso del producto alargado por controlar, sino los componentes de las líneas de campo magnético que están en perpendicular, es decir, los componentes y.

40 En este caso se aprovecha que dependiendo de la posición del producto alargado por controlar examina resultan variaciones del campo absoluto y del campo de gradientes, que se pueden registrar en la zona de campo heterogénea. En este caso se registra esencialmente el campo magnético primario producido por la bobina de excitación, que sin embargo es interferido y por tanto reducido por campos magnéticos de corriente alterna producidos en el producto alargado. La medición no se realiza en la zona aproximadamente homogénea FH, sino en la zona de reflujo heterogénea, donde no reina ningún campo homogéneo, sino un campo de gradientes, que se puede cambiar a través de la excentricidad del producto alargado por controlar. Una razón para ello es el efecto de proximidad, que produce corrientes de Foucault diversas dependiendo de la excentricidad del producto alargado y por ello también influye en las líneas de campo magnéticas en la zona de reflujo.

50 [0073] En bobinas absolutas convencionales, completas, que comprenden el producto alargado por controlar, estos efectos se solucionan en gran parte dentro de la bobina, de modo que eventuales señales resultantes no permiten deducir ninguna eventual excentricidad del producto alargado que pasa.

55 Por el contrario, en formas de realización de la invención se pueden detectar modificaciones en el campo de gradientes para la detección de la distancia y se pueden procesar en forma de señales de distancia.

[0074] Fig. 5 muestra a tal objeto una vista esquemática en perspectiva oblicua de una forma de realización de una disposición de bobinas en segmento 542, que está dispuesta sobre una de las cáscaras de la disposición de bobinas continuas.

60 Sobre un elemento de soporte 510 curvado cilíndricamente, eléctricamente aislante, están dispuestas, eléctricamente aisladas entre sí, una disposición de bobinas diferenciales 520 y una disposición de bobinas absolutas 530.

65 La disposición de bobinas absolutas tiene sobre un lado axial de la disposición de bobinas diferenciales una primera disposición de bobinas parciales 530-1 y sobre el lado axial opuesto una segunda disposición de bobinas parciales 530-2. Los arrollamientos de ambas disposiciones de bobinas parciales están conectados en sentido contrario entre sí.

[0075] En la Fig. 3 se muestra la situación de instalación de la disposición de bobinas en segmento 542 dentro de la bobina de excitación 122.

Se reconoce que la disposición de bobinas en segmento está dispuesta respecto a al plano de la bobina de la disposición de bobinas de excitación (plano central M) en el estado incorporado de tal manera que la disposición de bobinas diferenciales 520 está simétricamente al plano de la bobina en la zona de campo homogénea FH de la bobina de excitación.

Las disposiciones de bobinas parciales de la disposición de bobinas absolutas que se unen a los extremos axiales, están, por el contrario ya en la zona de campo heterogénea FI, de modo que la superficie de bobina definida por los arrollamientos de las disposiciones de bobinas parciales es atravesada por los componentes y de las líneas de campo magnéticas que se extienden radialmente al eje central.

[0076] Decisivo para la función de la disposición de bobinas absolutas como sensor de distancia es que ambas disposiciones de bobinas parciales 530-1 y 530-2 del campo heterogéneo son atravesadas en diferentes direcciones de líneas de campo (véase símbolos de campos circulares en la Fig. 5). Por el contrario, los componentes y del campo b producen tensiones. Con una conexión en serie de la disposición de bobinas parciales resultaría una cancelación completa o parcial de las tensiones producidas en las bobinas. A través del circuito en sentido opuesto previsto aquí se consigue, por el contrario, que las tensiones producidas en ambas disposiciones de bobinas parciales se sumen, de modo que sobre la base de los cambios del campo de gradientes resulta una señal fuerte absoluta EP.

Una ventaja adicional de esta estructura de la disposición de bobinas absolutas simétrica al plano central M de la bobina de excitación se encuentra en que no se ejercita ninguna influencia negativa en la detección de defectos.

[0077] En los extremos de conexión de la disposición de bobinas absolutas 530 en un dispositivo de control terminado de montar está conectada a una unidad de evaluación de distancia 152 integrada en la unidad de evaluación 150.

[0078] En los extremos de conexión de la disposición de bobinas diferenciales 520 se encuentra una señal diferencial DIFF. Esta a su vez se evalúa en la unidad de evaluación 150.

[0079] Al introducir un producto alargado y la producción relacionada con esto de un campo magnético secundario a causa de las corrientes Foucault que surgen en el producto alargado, se modifica la distribución de líneas del campo.

Con una posición céntrica respecto al eje central de la disposición de bobinas continuas del producto alargado, el desplazamiento de líneas de campo sería igual en cada punto. Por el contrario, con una posición no céntrica del producto alargado resulta una distribución no simétrica de líneas de campo, que puede detectarse por las disposiciones de bobinas absolutas que funcionan como sondas de distancia.

[0080] En esta forma de realización la disposición de bobinas absolutas se forma por arrollamientos, que a primera vista parece que tienen un carácter de sondas diferenciales.

A causa de las diferentes direcciones de avance de las líneas de campo aprovechadas, resulta, sin embargo, un carácter de bobina absoluta, con lo que se realiza un tipo nuevo de sondas de distancia.

[0081] Como alternativa a la disposición representada gráficamente con dos disposiciones de bobinas parciales dispuestas simétricamente respecto al plano de la bobina, es también posible, fijar sólo en un lado de la disposición de bobinas diferenciales (lado de entrada o lado de salida de la disposición de bobinas continuas) una disposición de bobinas absolutas, que usa componentes de las líneas de campo magnéticas que se extienden en dirección radial para la producción de señales.

[0082] Una disposición de bobinas absolutas también puede estar en la zona de reflujo exterior del campo de la bobina de excitación (véase rayado).

[0083] Las espiras de la disposición de bobinas absolutas pueden estar sobre un área cilíndrica común, es decir, sobre el mismo radio. También es posible, que partes de la disposición de bobinas absolutas estén sobre distancias radiales diferentes al eje central. La forma de los bucles o arrollamientos se puede elegir con relación al caso de empleo. Además de las formas ovales representadas esquemáticamente son también posibles p.ej. formas redondas o poligonales de espiras. El tamaño de las disposiciones de bobinas absolutas, es decir, su expansión lateral en dirección perimetral, se puede adaptar al caso de uso.

Como se muestra en la Fig. 5, la expansión de la disposición de bobinas absolutas puede ser esencialmente más pequeña en dirección perimetral que aquella de las disposiciones de bobinas diferenciales, que en la suma se complementan sobre varias cáscaras en dirección perimetral hasta un solapamiento completo o para un registro del perímetro total de la pieza de prueba. Esto en la disposición de bobinas absolutas no es necesario y generalmente tampoco deseado. Para determinación precisa de la distancia sin que haya perjuicios por defectos en la superficie del material, pueden ser ventajosas longitudes muy cortas en dirección perimetral, en su caso, incluso sondas de distancia aproximadamente puntiformes. Una cierta expansión física, sin embargo, se desea, para que las tensiones producidas en los bucles sean suficientemente grandes para una evaluación fiable.

[0084] En una forma de realización típica están presentes disposiciones de bobinas absolutas segmentadas en dirección perimetral, donde cada disposición de bobinas absolutas sólo cubre una parte del perímetro de la pieza de prueba. Las disposiciones de bobinas absolutas no se solapan generalmente en dirección perimetral. Las disposiciones de bobinas absolutas sirven como sondas de distancia.

5 A este respecto no está prevista una bobina absoluta separada que comprende el producto alargado para la detección de defectos.

[0085] Opcionalmente puede estar prevista una detección paramétrica de una señal absoluta-estándar sobre el perímetro completo de la disposición de bobinas continuas con ayuda de la bobina de excitación 122.

10 La bobina de excitación funciona como bobina absoluta paramétrica, donde la excitación y el registro se realizan con el mismo componente y se evalúa la modificación de impedancia.

[0086] En otras formas de realización puede estar prevista una bobina absoluta separada de las disposiciones de bobinas en segmento y la disposición de bobinas de excitación, que comprende el producto alargado.

15 [0087] Además de los ejemplos de realización discutidos aquí en detalle, en el marco de la invención son posibles muchas variantes. Por ejemplo, una disposición de bobinas continuas puede presentar más de dos cáscaras con disposiciones de bobinas diferenciales. Es posible, que una disposición de bobinas continuas sin disposición de bobinas absolutas trabaje solo con disposiciones de bobinas diferenciales.

20 Pueden combinarse disposiciones de bobinas en segmento sin disposición de bobinas absolutas con disposiciones de bobinas en segmento con disposiciones de bobinas absolutas.

[0088] Cuando sólo se desea una determinación de diámetro, forma de diámetro, fluctuación de diámetro y/o excentricidad de la posición de la pieza de prueba durante el paso, se pueden montar y/o usar la disposición de bobinas continuas también sin disposiciones de bobinas diferenciales, es decir, solo con disposiciones de bobinas absolutas segmentadas.

25 Un control de defectos completo u optimizado sólo a tipos de defectos determinados, podría realizarse entonces en su caso con un aparato de control separado.

[0089] A este respecto podría realizarse adicionalmente para la evaluación de la señal de error también o sólo una corrección mecánica de la posición del producto alargado con base en los datos obtenidos.

[0090] Fig. 6 muestra a modo de ejemplo una serie de variantes, en las que se combinan respectivamente cuatro cáscaras con disposiciones de bobinas diferenciales con una o varias cáscaras con disposiciones de bobinas absolutas. El uso de disposiciones de bobinas absolutas permite a este respecto cuando sea necesario una compensación de distancia. Las líneas trazadas representan cáscaras, que sólo presentan disposiciones de bobinas diferenciales.

35 Las líneas punteadas representan cáscaras, que sólo presentan disposiciones de bobinas absolutas para la detección de distancia. Como ya se ha explicado en relación con la Fig. 5, las disposiciones de bobinas absolutas y disposiciones de bobinas diferenciales no deben estar sobre cáscaras diferentes, sino que pueden estar también sobre una y la misma cáscara con la misma distancia al eje central. Mediante el conocimiento del comportamiento de distancia característico tanto de canales diferenciales como también de canales de distancia es posible, con ayuda de componentes de hardware adecuados y/o con ayuda de software de evaluación adecuado, lograr una compensación del comportamiento diferente de sensibilidad que se basa en la excentricidad del producto alargado con ocasión de la identificación de errores.

[0091] La invención no está limitada a disposiciones de bobinas continuas con sección transversal circular.

Fig. 7 muestra un ejemplo de realización de una disposición de bobinas continuas 700 no redonda, adaptada en la forma, que está dimensionada para el control de productos alargados con sección transversal rectangular.

50 Componentes y características de la misma función o de una función parecida a la Fig. 2 tienen los mismos signos de referencia, aumentados en 600.

[0092] La bobina de excitación 722 y las cáscaras S1 y S2 tienen respectivamente forma aproximadamente cuadrada con esquinas redondeadas. Las cuatro disposiciones de bobinas en segmento planas 742-5 a 742-8 de la segunda cáscara exterior S2 controlan las superficies laterales planas del producto alargado hasta en la cercanía de los cantos longitudinales. La zonas del canto 742-1 se comprenden por las primeras disposiciones de bobinas en segmento 742-1 hasta 742-4 de la primera cáscara S1 interior.

60 Estas están configuradas de forma angular, donde entre los brazos llanos que están entre sí a 90° hay una sección central con forma de arco circular. Las conexiones eléctricas y las posibilidades de evaluación son análogas a aquellas del primer ejemplo de realización.

[0093] Como ya se ha mencionado, los cortes transversales cuadrados y otros cortes transversales poligonales (p.ej. barra hexagonal) en algunos casos también se pueden controlar con una disposición circular de bobinas segmentadas (cfs. por ejemplo la Fig. 1,2).

65

REIVINDICACIONES

1. Disposición de bobinas continuas (100) para el uso en un dispositivo de control para el control de productos alargados en el proceso continuo mediante corriente de Foucault, que comprende:

5 Una disposición de bobinas de excitación con una bobina de excitación (122), que comprende una abertura de paso (112) para que un producto alargado (190) pase a través de una dirección de paso (192), donde la disposición de bobinas de excitación comprende una instalación de conexión para la conexión de la bobina de excitación a una fuente de tensión alterna (130); y

10 una disposición de bobinas receptoras dispuesta alrededor de la abertura de paso, que presenta una instalación de conexión (148) para la conexión de la disposición de bobinas receptoras a un dispositivo de evaluación (150) del dispositivo de control,

15 donde la disposición de bobinas receptoras presenta dos o más disposiciones de bobinas en segmento (142-1 a 142-8, 742-1 a 742-8) repartidas sobre el perímetro de la abertura de paso (112), donde cada disposición de bobinas en segmento tiene una zona de registro, que cubre sólo una sección perimetral del perímetro de la superficie del producto alargado, **caracterizada por el hecho de que**

20 las disposiciones de bobinas en segmento (142-1 a 142-8, 742-1 hasta 742-8) se reparten sobre al menos dos cáscaras (S1, S2) que comprenden la abertura de paso, con distancias diversas (A1, A2) a un eje de referencia (114) de la disposición de bobinas de paso,

25 donde las primeras disposiciones de bobinas en segmento (142-1 a 142-4, 742-1 a 742-4) están dispuestas sin solapamiento recíproco sobre una primera cáscara (S1), las segundas disposiciones de bobinas en segmento (142-5 a 142-8, 742-5 a 742-8) están dispuestas sin solapamiento recíproco sobre una segunda cáscara (S2), y las primeras y segundas disposiciones de bobinas en segmento están dispuestas desplazadas perimetralmente una respecto a otra de tal manera que las segundas disposiciones de bobinas en segmento comprenden secciones perimetrales, que no son cubiertas por las primeras disposiciones de bobinas en segmento.

2. Disposición de bobinas continuas según la reivindicación 1, **caracterizada por el hecho de que** primeras disposiciones de bobinas en segmento (142-1 a 142-4) están dispuestas a una primera distancia radial (A1) a un eje de referencia central sobre una primera cáscara (S1) cilíndrica circular y segundas disposiciones de bobinas en segmento (142-5 a 142-8) están dispuestas a una segunda distancia radial (A2) desviada de la primera distancia radial al eje central de referencia sobre una segunda cáscara cilíndrica circular (S2).

3. Disposición de bobinas continuas según la reivindicación 1, **caracterizada por el hecho de que** las cáscaras (S1, S2) tienen una forma de corte transversal que difiere de la forma circular, preferiblemente una forma de corte transversal oval, una forma de corte transversal ovoide o una forma de corte transversal poligonal, particularmente un corte transversal cuadrado con zonas de esquina redondeadas.

4. Disposición de bobinas continuas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que sobre una cáscara, particularmente sobre cada cáscara (S1, S2), está dispuesto un número par de disposiciones de bobinas en segmento y/o que sobre una cáscara, varias cáscaras o todas las cáscaras al menos está prevista una pareja de disposiciones de bobinas en segmento dispuestas diametralmente una frente a otra.

45 5. Disposición de bobinas continuas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** todas las disposiciones de bobinas en segmento (142-1 a 142-8, 742-1 a 742-8) presentan respectivamente una disposición de bobinas diferenciales, donde las disposiciones de bobinas diferenciales están dispuestas preferiblemente de tal manera, que en el perímetro total de un producto alargado se pueden registrar señales diferenciales.

50 6. Disposición de bobinas continuas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** una disposición de bobinas en segmento (542) presenta una disposición de bobinas diferenciales (520) y una disposición de bobinas absolutas (530), donde preferiblemente todas las disposiciones de bobinas en segmento tienen una disposición de bobinas diferenciales y una disposición de bobinas absolutas.

55 7. Disposición de bobinas continuas según la reivindicación 6, **caracterizada por el hecho de que** la disposición de bobinas diferenciales (520) y la disposición de bobinas absolutas (530) están dispuestas en un elemento de soporte común (510), donde preferiblemente el elemento de soporte (510) presenta una superficie interior y una superficie exterior, donde una disposición de bobinas diferenciales (520) y una disposición de bobinas absolutas (530) están dispuestas en la misma superficie del elemento de soporte.

60 8. Disposición de bobinas continuas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** en una disposición de bobinas en segmento (542) está dispuesta la disposición de bobinas diferenciales (520) simétricamente a un plano de la bobina de la disposición de bobinas de excitación (122) que corresponde a un plano central (M) de la disposición de bobinas de excitación y la disposición de bobinas

absolutas (530) está dispuesta de forma no simétrica al plano de la bobina al menos en parte (FI) en una zona de campo heterogénea del campo producido por la disposición de bobinas de excitación.

5 9. Disposición de bobinas continuas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** una disposición de bobinas absolutas (530) presenta simétricamente a un plano de bobina de la disposición de bobinas de excitación (122) que corresponde a un plano central (M) de la disposición de bobinas de excitación en una primera zona de campo heterogénea delante del plano de la bobina una primera disposición de bobinas parciales (530-1) y en una segunda zona de campo heterogénea detrás del plano de la bobina una segunda disposición de bobinas parciales (530-2), donde la primera y segunda disposición de bobinas parciales están conectadas en sentido contrario.

10 10. Disposición de bobinas continuas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** varias disposiciones de bobinas absoluta desplazadas circunferencialmente, particularmente todas las disposiciones de bobinas absolutas, están conectadas a un dispositivo de evaluación de distancia (152) para el tratamiento de una señal de distancia producida en una disposición de bobinas absolutas.

15 11. Disposición de bobinas continuas según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada por el hecho de que** la bobina de excitación (122, 722) es una bobina de banda plana, que tiene una única espira.

20 12. Procedimiento de control para el control de productos alargados, donde un producto alargado se mueve a lo largo de una dirección de paso por una disposición de bobinas continuas, **caracterizado por el hecho de que** se usa una disposición de bobinas continuas según una de las reivindicaciones anteriores.

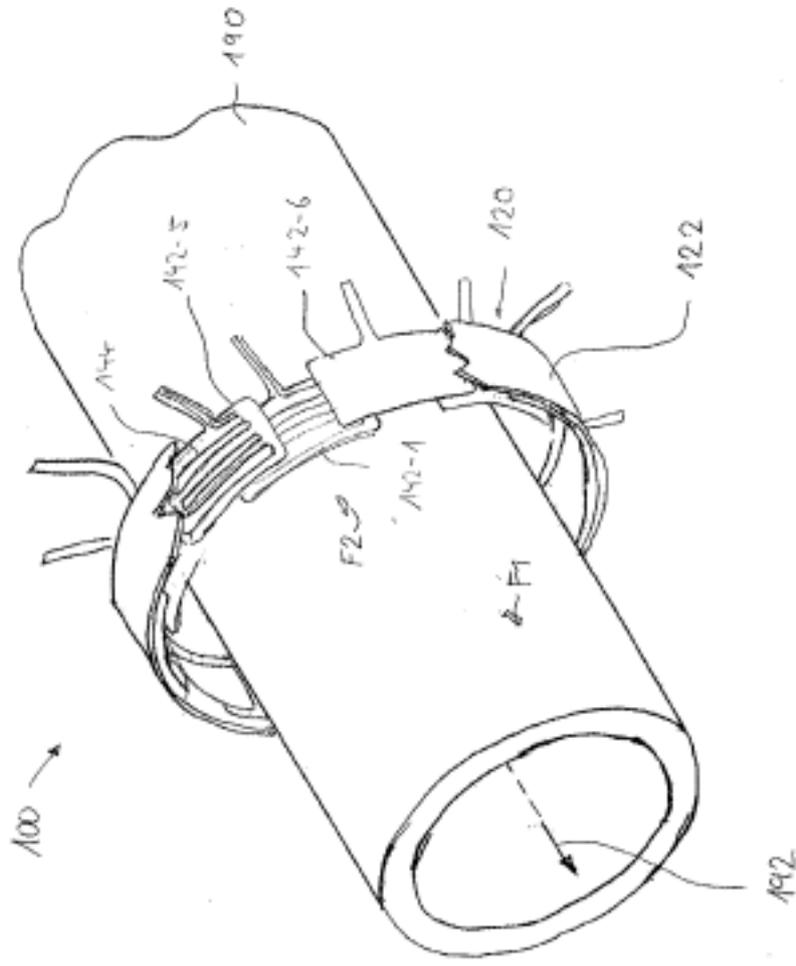
25 13. Procedimiento de control según la reivindicación 12, **caracterizado por** una evaluación común de señales absolutas de disposiciones de bobinas en segmento dispuestas en parejas una frente a otra diametralmente, donde preferiblemente la evaluación común comprende la detección de una señal de suma de señales absolutas y/o señales diferenciales de las disposiciones de bobinas en segmento dispuestas en parejas una frente a otra diametralmente.

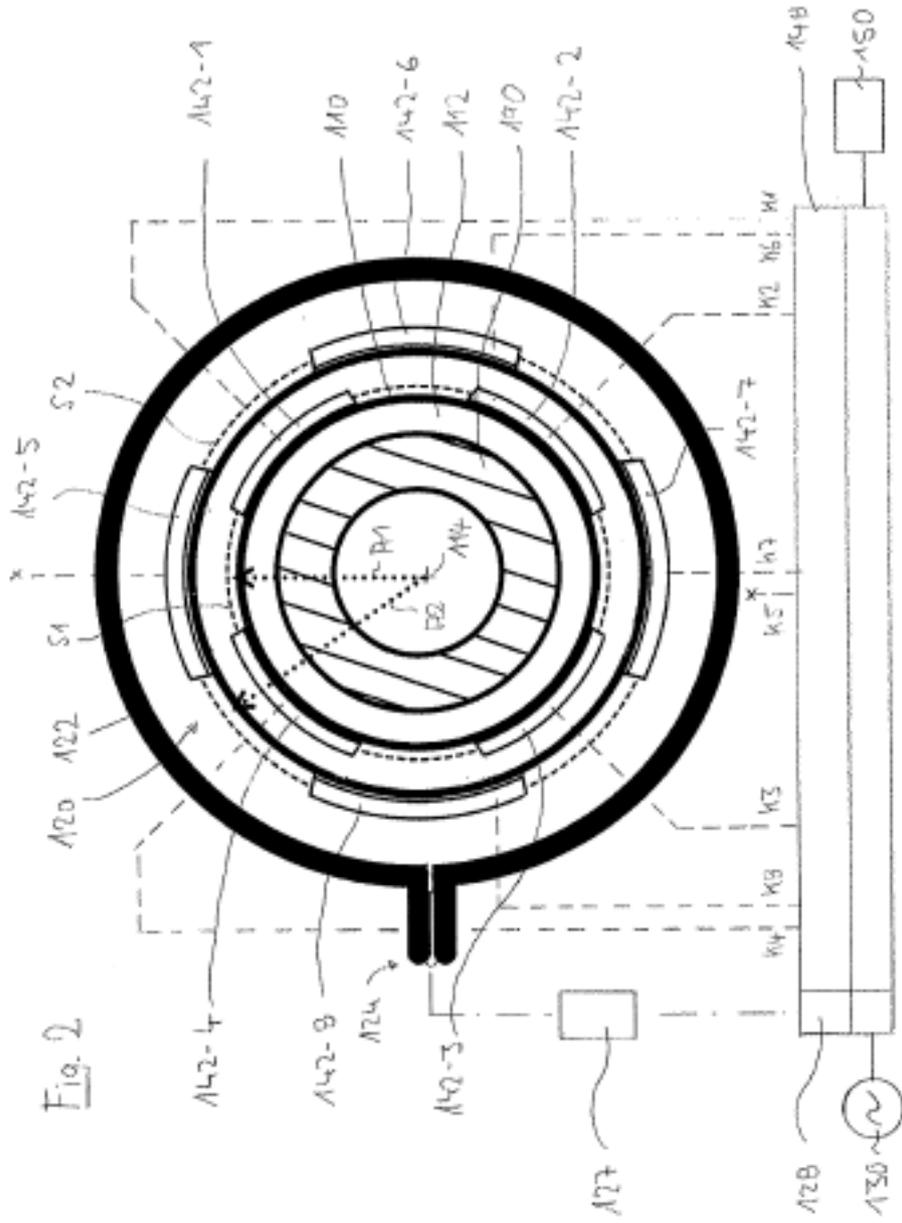
30 14. Procedimiento de control según la reivindicación 12 o 13, **caracterizado por el hecho de que** se usan señales absolutas de varias disposiciones de bobinas absolutas distribuidas por el perímetro para la compensación de distancia y/o que a partir de señales absolutas de varias disposiciones de bobinas absolutas distribuidas por el perímetro se encuentra una información sobre diámetro, geometría de pieza de control, falta de redondez y/o decalaje axial entre la disposición de bobinas continuas y el objeto de control.

35 15. Dispositivo de control para el control de productos alargados, que se mueven a lo largo de una dirección de paso por una disposición de bobinas continuas, **caracterizado por el hecho de que** el dispositivo de control presenta una disposición de bobinas continuas según una de las reivindicaciones 1 hasta 11 y/o para la realización del procedimiento de control está configurado según una de las reivindicaciones 12 hasta 14.

40

Fig. 1





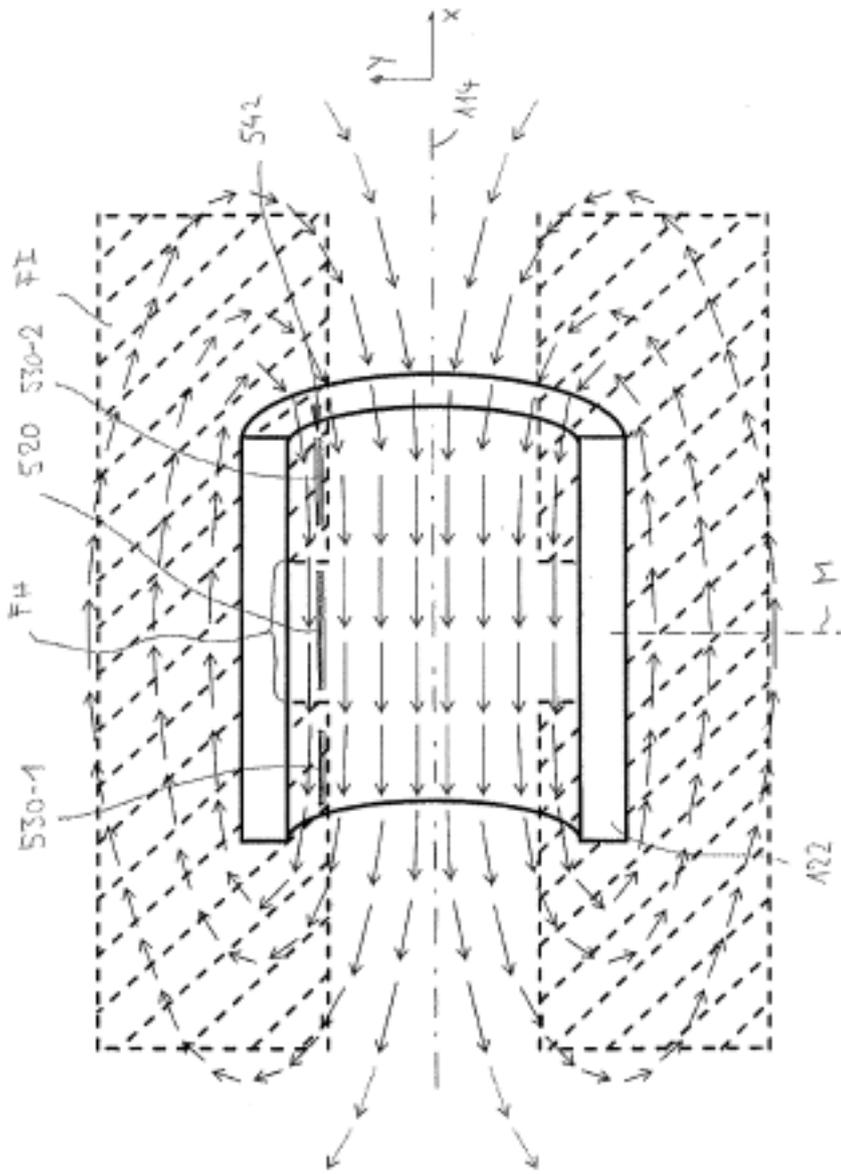
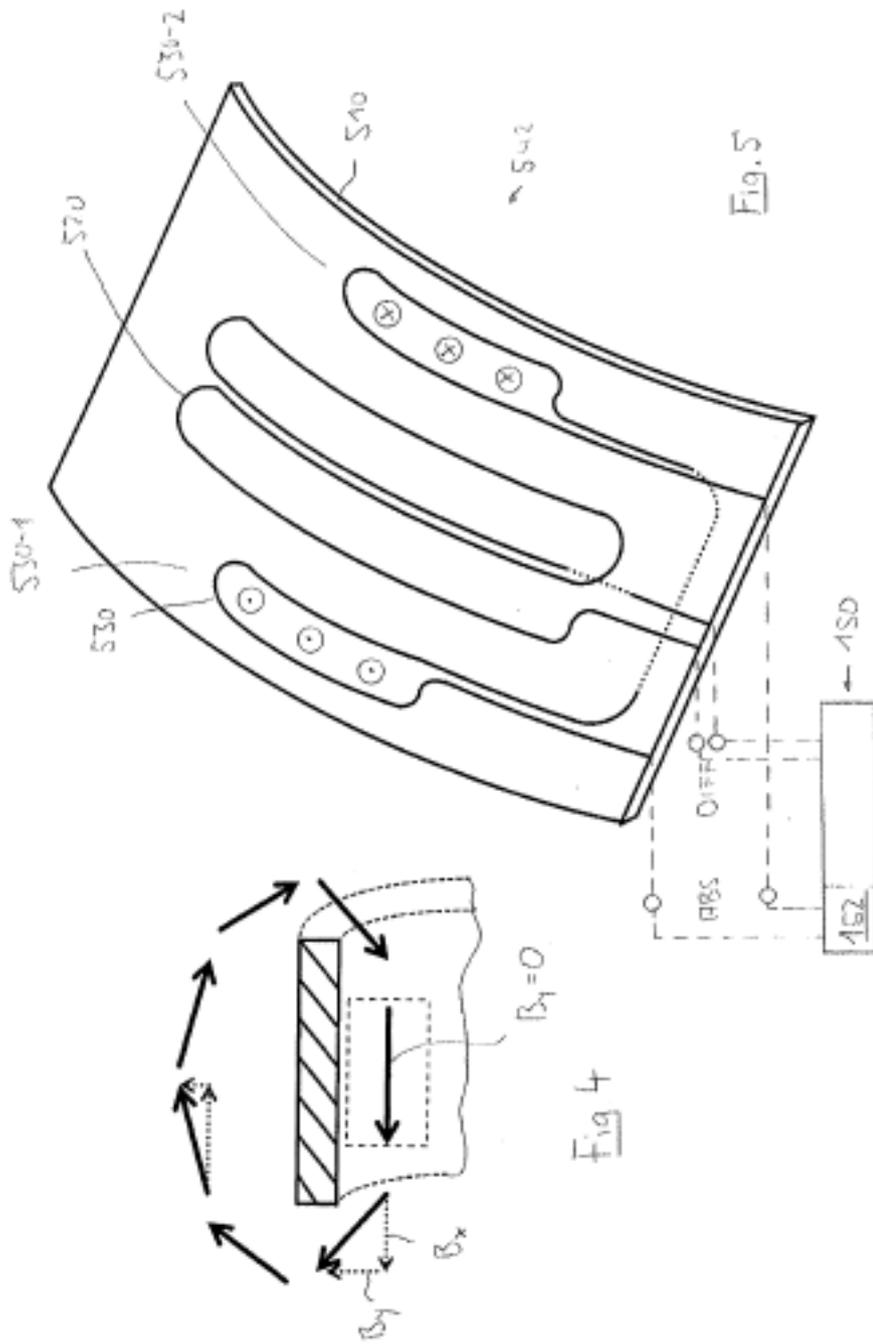


Fig. 3



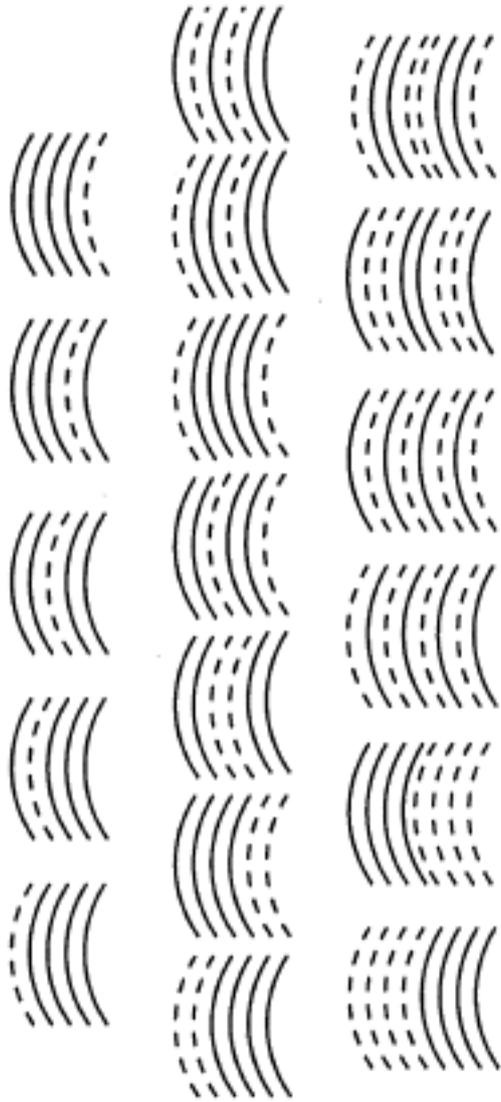


Fig. 6

