

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 711**

51 Int. Cl.:

**G01N 29/04** (2006.01)

**G01N 29/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2010 PCT/EP2010/065269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2012 WO12034602**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2010 E 10778886 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2616805**

54 Título: **Dispositivo de inspección de una banda metálica en desplazamiento**

30 Prioridad:

**15.09.2010 EP 10290491**

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

**07.12.2017**

73 Titular/es:

**PRIMETALS TECHNOLOGIES FRANCE SAS  
(100.0%)  
41, Route de Feurs  
42600 Savigneux , FR**

72 Inventor/es:

**MICHAUT, MARC y  
DESCHAMPS, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 645 711 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 de inspección de una banda metálica en desplazamiento

La presente invención se refiere a un dispositivo de inspección de una banda metálica en desplazamiento según la reivindicación 1.

5 La invención se refiere a una inspección sin contacto de productos metalúrgicos en desplazamiento, particularmente a la detección de defectos internos en bandas de acero, por utilización de ondas ultrasónicas.

10 La utilización de ondas ultrasónicas para la inspección de defectos internos de estructuras de acero es conocida por el experto en la materia. Muchas variantes relacionadas con el tipo de onda, su frecuencia, su incidencia permiten aportar soluciones adaptadas a muchos casos de detección de defectos que presentan localizaciones, orientaciones, dimensiones particulares.

En la mayoría de los casos, la inspección se refiere a estructuras fijas y es realizada por el desplazamiento manual o mecanizado de transductores, es decir, de al menos un emisor y de al menos un receptor de ondas ultrasónicas sobre al menos una superficie de dicha estructura.

15 Los transductores son capaces de generar y detectar las ondas ultrasónicas y aplicar la mayoría de las veces los principios de la piezoelectricidad.

Por regla general, la transferencia de ondas ultrasónicas entre el transductor y la estructura está asegurada a través de un medio intermedio de acoplamiento homogéneo, en la mayoría de los casos acuoso, libre de partículas y de burbujas de aire, de espesor constante y de viscosidad adaptada.

20 La inspección de objetos móviles como una banda o una placa metálica en desplazamiento plantea problemas específicos esencialmente ligados a la velocidad de dicho desplazamiento.

25 Uno de estos problemas es el mantenimiento de un acoplamiento eficaz entre el transductor y la superficie del objeto que se mueve. Es posible más o menos resolver, mediante la transferencia de ondas entre el transductor y la superficie dentro de una columna o un colchón acoplador acuoso como el agua o el aceite o grasa o gel, cuya columna o colchón son renovados constantemente por un medio de circulación o de aportación de un acoplador. El mantenimiento del medio de acoplamiento es un obstáculo vinculante importante que se adapta mal a la utilización de grandes velocidades de desplazamiento con respecto al transductor y a una superficie a inspeccionar.

30 Otro problema se refiere al modo de exploración del objeto o al menos de su superficie. De hecho, una exploración de un 100% de la superficie de una banda o de una placa metálica es muy difícilmente realizable con ondas ultrasónicas que se propagan según una dirección sustancialmente perpendicular a dicha superficie. Por esto, hace falta que el transductor se desplace según la anchura de la banda (transversalmente a la dirección de desplazamiento de banda) y que la velocidad de desplazamiento de la banda se ha suficientemente lenta para permitir una exploración de un 100% según una trayectoria en zigzag resultante de los movimientos combinados de la banda y del transductor, sabiendo además que la velocidad de desplazamiento de dicho transductor está limitada por la necesidad de mantener un medio de acoplamiento. El ejercicio es por tanto muy complejo y no se adapta a las grandes velocidades de desplazamiento de banda.

35 La patente EP 0885 389 B1 describe un dispositivo utilizado para la detección de defectos de una banda metálica en desplazamiento por la utilización de ondas ultrasónicas de Lamb. En este dispositivo, un transductor piezoeléctrico apto para generar ondas de Lamb está albergado en una rueda precedida de un sistema de distribución del fluido de acoplamiento. La utilización de ondas de Lamb permite un efecto de resolver el problema de exploración de la banda ya que este tipo de ondas específico es apto para propagarse paralelamente a la superficie de la banda. Un haz de ondas ultrasónicas puede por tanto propagarse sobre toda la anchura de la banda a partir de un transductor fijo posicionado sobre uno de los bordes laterales de la banda en desplazamiento. Este tipo de ondas permite por tanto velocidades de desplazamiento de banda mucho más grandes ya que la exploración es realizada sobre toda la anchura de la banda y como el transductor permanece fijo, la exploración no se hace nunca más según un trayecto en zigzag.

45 Sin embargo, el sistema de exploración por contacto del transductor con la banda no resuelve de manera satisfactoria el mantenimiento del medio de acoplamiento a gran velocidad de desplazamiento relativo transductor/superficie a inspeccionar.

50 Por último, otro problema importante es el del reconocimiento de la evaluación de defectos detectados. Cuando se trata de una inspección de la banda metálica en desplazamiento en el transcurso de su proceso de transformación, por ejemplo una transformación por laminado, es imposible de detener dicha banda durante un tiempo de análisis de los defectos detectados sin perturbar considerablemente el proceso de transformación.

El documento US 5 866 820 presenta un dispositivo de inspección de banda metálica en desplazamiento que comprende:

- un primer transductor, igualmente denominado a continuación EMAT (= transductor acústico electromagnético) que incluye un emisor de ondas ultrasónicas, siendo dichas ondas emitidas incidiendo desde el emisor hacia una primera zona facial de la banda en las inmediaciones del medio transversal de banda, estando el emisor sin contacto con la banda,
- 5 - un segundo EMAT que incluye un receptor de ondas ultrasónicas, siendo dichas ondas recibidas por emergencia desde una segunda zona de la cara de la banda hacia el receptor, estando el receptor sin contacto con la banda, estando yuxtapuesta dicha segunda zona con la primera zona según la dirección de desplazamiento de banda y permitiendo una medida de tipo ecográfico entre los dos EMAT,
- 10 - una unidad de tratamiento acoplada al segundo EMAT con el fin de entregar al menos un criterio de inspección por medio de una firma ecográfica de ondas ultrasónicas medidas en el segundo EMAT.
- Este dispositivo permite por lo tanto una medida ecográfica (por reflexión de ondas sobre un defecto) sobre una semianchura de banda. Desdoblado el dispositivo transversalmente en la dirección de desplazamiento, es así posible realizar una inspección de la anchura completa de la banda. Este último modo de realización requiere así dos pares de dos transductores o EMAT, estando previsto cada uno de los pares para una inspección de una de las semianchuras de banda. Además, la patente US 5154081 describe un dispositivo de inspección ultrasónico de banda metálica en desplazamiento que comprende un primer EMAT que incluye un emisor de ondas ultrasónicas, un segundo EMAT que incluye un receptor de ondas ultrasónicas y un tercer EMAT que incluye un receptor de ondas ultrasónicas, el primer y segundo EMATs estando dispuestos de tal manera que una ruta de ondas entre ellos es lineal y principalmente transversal al desplazamiento de la banda.
- 15
- 20 Un objetivo de la presente invención es encontrar una solución a los problemas citados anteriormente, en particular a los planteados para una inspección de banda en desplazamiento por medio de ondas ultrasónicas, mediante el cual el desplazamiento de la banda pueda alcanzar velocidades importantes, tales como superiores a m/s. En esta línea, la invención contempla liberar cualquier obligación de contacto vinculante entre el transductor y la banda.
- La invención debe por tanto aportar una solución de inspección simple (por ejemplo limitando el número de transductores para una inspección de anchura completa de banda inspección) y eficaz de productos metalúrgicos en desplazamiento, en particular de detección de defectos internos o superficiales en bandas de acero, adaptable a una utilización flexible y extendida de ondas ultrasónicas tales como las ondas de Lamb, de Rayleigh o SH (ondas transversales horizontales) generadas y detectadas sin restricción de contacto con el producto metalúrgico. Un dispositivo de inspección de banda metálica en desplazamiento según la presente invención comprende:
- 25
- 30 - un primer transductor (2), del mismo modo también denominado a continuación EMAT (= transductor acústico electromagnético) que incluye un emisor de ondas ultrasónicas, siendo emitidas dichas ondas en incidencia desde el emisor hacia un primer borde de una cara de la banda, estando el emisor sin contacto con la banda,
- un segundo EMAT (3a) que incluye un receptor de ondas ultrasónicas, siendo recibidas dichas ondas por emergencia desde una zona de la cara de la banda hacia el receptor, estando el receptor sin contacto con la banda,
- 35
- una unidad de tratamiento acoplada al segundo EMAT con el fin de entregar al menos un criterio de inspección por medio de al menos una firma de ondas ultrasónicas medidas en el segundo EMAT,
- 40 - estando la zona dispuestas sobre la banda de tal manera que una ruta de ondas entre el primer borde de la banda y dicha zona es principalmente unidireccional, es decir alineada sobre al menos una dirección lineal y principalmente transversal al desplazamiento de la banda,
- estando caracterizado dicho dispositivo por un tercer transductor acústico electromecánico EMAT (3b) que incluye un receptor de ondas ultrasónicas transmitidas por el primer EMAT (2) en emergencia desde la cara del primer borde de la banda hacia el receptor, estando el recinto sin contacto con la banda, estando acoplada la unidad de tratamiento al tercer EMAT con el fin de entregar al menos un segundo criterio de inspección por medio de al menos dos firmas de ondas ultrasónicas, de las cuales la firma emite una medida para el segundo EMAT y una firma emite una segunda medida para el tercer EMAT.
- 45
- De esta manera, una inspección de una anchura deseada hasta una altura completa de la banda es flexiblemente posible, así como el resto de todos los casos de figuras simples ya que está realizada con la ayuda únicamente de los productores, ambos sin ningún contacto con la banda. La inspección es también ventajosamente instantánea (sin zigzag) sabiendo que la velocidad de las ondas sonoras entre los transductores es bastante superior a la del desplazamiento de la banda.
- 50
- Un conjunto de sub-reivindicaciones presenta del mismo modo las ventajas de la invención.
- 55 En particular, según un modo de realización preferente del dispositivo según la invención, desde lo más alejado del primer borde de banda, la zona está dispuesta en un borde de banda principalmente transversalmente opuesto al primer borde de la banda. De esta manera, es posible una inspección de la anchura completa de la banda, con la ayuda únicamente de 2 transductores o EMATs. Inversamente al documento US 5 866 820, dos semianchuras

alineadas sobre una sola transversal de banda son por tanto medibles y es así más fácil inspeccionar y por tanto indexar una sola línea (= una anchura transversal de la banda) de datos que dos porciones de líneas desplazadas de datos de inspección tales como las impuestas por el documento US 5 866 820.

5 De este modo, de forma ventajosa el primer y el segundo EMAT pueden presentar una separación libremente ajustable, igualó superior a una semianchura de banda. La presente invención prevé por tanto un tercer EMAT que incluye un receptor de ondas ultrasónicas transmitidas en emergencia desde la cara del primer borde de la banda hacia el receptor, estando el receptor sin contacto con la banda, la unidad de tratamiento es por tanto también acoplada al tercer EMAT con el fin de entregar al menos un segundo criterio de inspección por medio de al menos dos firmas de ondas ultrasónicas, de las cuales al menos la firma procedente de una medida por el segundo EMAT y la firma procedente de una medida por el tercer EMAT. De esta forma, es de este modo posible obtener una firma por ecografía de ondas (entre el 1er y el 3er EMAT) complementaria a la firma por transmisión de ondas (entre el 1er y el 2º EMAT). La detección por inspección de un defecto de banda es de este modo aumentada y el defecto puede ser reconocido por dos criterios complementarios que tienden a eliminar cualquier error potencial en lo que se refiere a su determinación. En efecto, una sola firma por ejemplo por medio de una medida ecográfica puede provenir de un artefacto del dispositivo de desplazamiento de banda o del propio dispositivo de inspección, por tanto sin relación con el defecto intrínseco de banda. Aportando una redundancia de firmas, dichos artefactos son más fácilmente separados y proporcionan el dispositivo de inspección más robusto contra cualquier error de inspección.

20 De forma ideal, los tres EMAT están dispuestos en los vértices de un triángulo cuyo uno de los lados (entre el 1er y el 2º EMAT) es paralelo a una transversal a la dirección de desplazamiento de la banda. El 3er EMAT está situado sobre el mismo borde de la banda del 1er EMAT y un poco desplazado del 1er EMAT según la dirección de desplazamiento de banda. La separación entre el 1er y el 3er EMAT es definida de forma que se obtiene una triangulación ideal para las medidas ecográficas apropiadas.

25 Con fines de adaptación a un cierto formato de banda como para una detección más local de defecto o una minimización de las zonas denominadas de sombra ultrasónicas de inspección según la invención, al menos uno de los tres EMAT puede estar previsto móvil según una dirección principalmente transversal al desplazamiento de la banda, idealmente de un modo dependiente de un formato o/y una anchura de banda que permite evitar las intervenciones peligrosas en las proximidades de la banda en desplazamiento.

30 El dispositivo según la invención prevé también que una distancia sin contacto entre cada EMAT y la cara de la banda se mantenga sea constante o sino es entregada por un medio de medida instantáneo, incluso los dos en caso por ejemplo de fluctuaciones menores de un espesor de banda o de un cambio de una banda a otra.

35 Finalmente, el dispositivo según la invención puede también prever que al menos una ruta de ondas entre el primer borde de la banda y la zona está dispuesta sobre una porción de desplazamiento de banda que presenta al menos un valor superior a un mínimo umbral de tracción de banda. Este criterio de calidad asegura que las fluctuaciones de la distancia sin contacto entre la banda y los EMATs permanezcan bajo una tolerancia aceptable con el fin de no confundir un defecto con dicha fluctuación durante una inspección.

El dispositivo según la invención prevé que la unidad de tratamiento comprende:

- 40 - un módulo de control de informes señal-ruido de señal y/o de señales de medidas de ondas ultrasónicas recogida(s) en el segundo y/o en el tercer EMAT,
- un módulo de detección de anomalías de propagación de ondas ultrasónicas
- un medio de identificación tipológica de zonas de banda que presentan anomalías de propagación con respecto a defectos de referencia almacenados en una base de datos,
- 45 - un medio de identificación geográfica de zonas de banda que presentan anomalías de propagación con respecto a un origen longitudinal y un origen transversal de la banda en desplazamiento,
- un medio de identificación de la gravedad de los defectos identificados siguiendo al menos un umbral de criticidad que toma en cuenta al menos uno de los criterios de identificación geográfica y tipológica.

50 El dispositivo según la invención puede comprender un módulo de comando de parámetros de generación de ondas emitidas por el primer EMAT apto para ser puesto en un modo de auto-calibración ejecutando una serie de envíos de ondas destinados a ser puestos bajo el análisis por la unidad de tratamiento después de la recepción de dicha serie por el segundo y/o el tercer EMAT. Este modo de auto-calibración puede sin embargo ser reemplazado o ser un modo de calibración afinado de un banco de datos de calibración ya predefinidos por una parametrización en tiempo real de una banda conocida en desplazamiento.

Finalmente, otro modo de realización del dispositivo según la invención comprende:

- al menos un cuarto EMAT que incluye un emisor de ondas similar al del primer EMAT estando dispuesto en las inmediaciones de la zona con respecto al segundo EMAT,

- el primer y el cuarto EMAT (de tipo emisor) son activables de forma secuencial o bien incluso de forma simultánea en modos libres de interferencias, siendo medibles dichos modos de forma secuencial o bien incluso de forma simultánea por el segundo y el tercer EMAT (de tipo receptor).

5 De este modo, los defectos de banda pueden ser inspeccionados desde cada borde de banda, por tanto la presión resulta más exacta. En efecto, si desde uno de los bordes de banda, es decir en la base de uno de los EMAT de tipo emisor, una o las firmas de los dos EMAT de tipo receptor asociados no satisfacen un criterio de inspección requerido, otras dos firmas estarán disponibles desde el otro borde de banda, es decir en la base del otro EMAT de tipo emisor y de los mismos EMAT de tipo receptor. Estas cuatro firmas (dos para transmisión de ondas y dos para ecografía)  
10 pueden ser obtenidas de forma simultánea (y para una misma línea o anchura de la banda en desplazamiento), ya que de forma ventajosa, los dos EMAT de tipo receptor pueden emitir trenes de ultrasonido por ejemplo a frecuencias diferentes que son también cada una simultáneamente desmodulada sin interferir con los dos EMAT de tipo receptor. A tal efecto y de forma preferible, los cuatro EMAT pueden estar dispuestos en los vértices de un rectángulo que tiene un lado paralelo y una transversal a la dirección de desplazamiento de la banda.

15 Finalmente, la invención propone también una utilización del dispositivo según la invención para detectar defectos de bandas metálicas en frío o en caliente en desplazamiento con respecto a dichos dispositivos, siendo dichos defectos o bien superficiales o bien internos e interactuando con las categorías de ondas ultrasónicas transmitidas o reflejadas como atenuador es, difusores o transformadores de ultrasonidos, siendo los defectos identificables por al menos dos firmas procedentes de al menos el segundo y el tercer transductores acústicos electromagnéticos EMAT (3a, 3b) que  
20 incluyen un receptor de ondas de ultrasonidos transmitidos por el primer transductor acústico electromagnético EMAT (2) que incluye un emisor de ondas ultrasónicas. Dicha utilización de dicho dispositivo es mayor para permitir controlar rápidamente y eficazmente la calidad de las bandas metálicas producidas a alta velocidad de desplazamiento. Si dichas bandas son a continuación enrolladas en rollos en vista de las operaciones de tratamiento metálicas, es por tanto posible distinguir cuáles serán los lugares de la banda con defecto que pueden presentar un problema o un  
25 tratamiento especial para asegurar el buen desarrollo de dichas operaciones. Esto es factible, ya que las firmas de defectos se pueden registrar en relación con la banda en cuestión y su tipología y topología. En el peor de los casos, estas últimas informaciones permiten también localizar una porción precisa de banda que comprende al menos un defecto considerado impropio por la inspección y destinada a ser cortada y suprimida o retirada/reciclada.

Ejemplos de realización y de aplicación son proporcionados con la ayuda de las figuras descritas:

30 La figura 1, vista esquemática de frente del dispositivo según la invención,

La figura 2 vista superior de la disposición de EMATs según modo de realización del dispositivo según la invención.

La figura 1 presenta una vista esquemática de frente del dispositivo según la invención. Un producto (1) metalúrgico se desplaza en una instalación de transformación de un producto metalúrgico. En nuestro ejemplo, el producto es una banda metálica que se desplaza horizontalmente en un plano perpendicular a la figura 1.

35 Un emisor o generador (2) de ondas ultrasónicas, por ejemplo de tipo EMAT) situado en este caso de forma estática por encima de uno de los bordes laterales del producto metalúrgico en desplazamiento, genera ondas ultrasónicas de Lamb o de Rayleigh o SH (ondas transversales horizontales) en dicho producto metalúrgico, sin contacto con la superficie del mismo.

40 Un receptor (3a) de ondas ultrasónicas del mismo modo de tipo EMAT, está situado de forma estática por encima del otro borde lateral de dicho producto, de manera que el primer y el segundo EMAT así definidos se encuentran cara a cara sobre una línea transversal de banda (= anchura de la banda). El receptor (3a) recibe por tanto ondas ultrasónicas que provienen del generador (2) y que hayan recorrido una anchura de banda por transmisión superficial y/volumétrica del metal.

45 Un módulo (4) asegura el tratamiento previo de señal recibida del receptor de ondas ultrasónicas. Este tratamiento está destinado a mejorar la relación señal/ruido en vista de una explotación más eficaz de la señal. Puede ser, a título de ejemplo, del tipo SAFT (técnica de enfoque de apertura sintética).

Un módulo (5) asegura la detección de las anomalías de propagación de las ondas ultrasónicas sea cual sea su tipo, como una atenuación durante su recorrido de un borde al otro del producto, o un retorno de un eco reflejado (ver ejemplo según la figura 2) o una transformación del modo de propagación de la onda.

50 Una base de datos (6) comprende una biblioteca de anomalías de propagación de ondas ultrasónicas a las cuales están asociados los defectos de producto conocidos y medidos por sus firmas similares.

Un módulo (7a) asegura la identificación tipológica de zonas que presentan anomalías de propagación en conexión con la base de datos (6), implementando, por ejemplo, técnicas de aprendizaje conocidas tales como k vecinos más próximos, las redes neuronales...

55 Un módulo (7b) asegura la identificación geográfica de zonas que presentan anomalías de propagación con respecto a un origen longitudinal y a un origen transversal del producto metalúrgico en desplazamiento.

Un módulo (8) de análisis de criticidad asegura la apreciación de la gravedad de los defectos identificados siguiendo al menos un umbral de criticidad que toma en cuenta al menos uno de los criterios de identificación geográfica y tipológica.

5 Estos umbrales de criticidad son modulares en función del nivel de calidad juzgada aceptable para un producto dado, por una aplicación dada, un mercado dado... También una firma medida puede contener una información cuantitativa sobre la intensidad de un defecto.

Medios (9) de visualización de resultados de la inspección, por ejemplo un monitor asociado a un almacenamiento de datos puede estar a disposición de un operario, así como medios (10) de edición tales como una impresora o un panel de trazado, permiten la explotación directa o diferida de los resultados de la inspección.

10 La figura 2 presenta una vista superior de la porción de banda en desplazamiento, sobre la cual se indican varios modos de realización posible si ventajosos del dispositivo según la invención (de forma reagrupada).

15 En primer lugar, el primer y el segundo EMAT que incluyen respectivamente un emisor y un receptor (2, 3a) son representados tal como la figura 1 y forman un primer modo de realización del dispositivo según la invención. Según la invención adicionalmente al receptor (3a), un tercer EMAT que comprende un segundo receptor (3b) está posicionado de forma estática por encima del mismo borde lateral del producto metalúrgico que el generador (2). Esta disposición del EMAT forma por tanto un segundo modo de realización del dispositivo según la invención que permite obtener dos firmas distintas por transmisión de onda y por ecografía.

20 Finalmente, adicionalmente a este segundo modo de realización, un cuarto EMAT que comprende un tercer emisor (3c) está situado de forma estática por encima del mismo borde lateral del producto metalúrgico que el primer receptor (3a), pero desplazado con respecto al mismo, al menos según la dirección de desplazamiento de la banda. Esta disposición del EMAT forma por tanto un tercer modo de realización del dispositivo según la invención que permite obtener de dos a cuatro firmas distintas por transmisión de ondas entre EMAT de bordes opuestos de banda y adicionalmente por ecografía entre EMAT de los mismos bordes de banda. La inspección del defecto por lo tanto se hace más fina o más robusta contra las zonas de sombra de inspección o artefactos externos en el propio dispositivo de inspección.

25 En función de los formatos de banda o según el tipo de defectos a inspeccionar, las disposiciones estáticas de los EMAT citados anteriormente pueden ser del mismo modo redimensionadas en las inmediaciones de los bordes de banda según criterios geométricos (triángulo de ángulo variable/trapezio/rectángulo), que aseguran por tanto una inspección de forma dinámica más que conducen a firmas más finas de defectos, por tanto menos sensibles a artefactos de equipos que rodean a la banda.

30 Los generadores y receptores de ondas ultrasónicas pueden por tanto o también ser portados por carritos móviles al menos en el sentido de la anchura del producto permitiendo de este modo situar los sobre el o los bordes de dicho producto cualquiera que sea su anchura.

35 De manera ventajosa, el desplazamiento de estos carritos móviles es motorizado, siendo dependiente la motorización de la longitud del producto metalúrgico y su centrado en la estación de tratamiento por medio de datos que son normalmente conocidos y disponibles en el sistema de automatización de comando de dicha instalación y de dicho dispositivo.

El dispositivo según la invención y los aspectos anteriores descritos presentan por tanto un conjunto de ventajas decisivas con respecto al estado de la técnica anterior:

40 - ausencia de contacto entre la superficie del producto metalúrgico y los generadores y receptores de ondas ultrasónicas que suprime el desgaste de partes que rozan entre el dispositivo y el producto así como la necesidad de cambiar regularmente estas partes que rozan,

45 - ninguna necesidad de distribuir el producto de acoplamiento entre las superficies del dispositivo y el producto por tanto no hay más necesidad tampoco de limpiar la superficie de productos después de la inspección,

- velocidad de funcionamiento no ligada a la necesidad de mantener un acoplamiento por contacto,

- exploración simultánea del conjunto de la anchura del producto metalúrgico,

50 - posibilidad de adaptar el modo de propagación de ondas ultrasónicas al espesor del producto y a los tipos de defectos buscados,

- identificación y cuantificación automática de los defectos no necesitando la intervención de un operador, en particular, ninguna necesidad de interrumpir el desplazamiento del producto para proceder a la identificación.

55 - posibilidad de proporcionar en tiempo real a un operario de informaciones concernientes a la calidad del producto metalúrgico, permitiéndole de este modo eliminar si es necesario zonas defectuosas de producto,

- posibilidad de editar un estado de la calidad del producto metalúrgico, por ejemplo una cartografía de los defectos.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de inspección de banda metálica en desplazamiento que comprende:
- 5 - un primer transductor acústico electromagnético EMAT (2) que incluye un emisor de ondas ultrasónicas, siendo emitidas dichas ondas en incidencia desde el emisor hacia un primer borde de una cara de la banda, estando el emisor sin contacto con la banda,
  - 10 - un segundo transductor acústico electromagnético EMAT (3a) que incluye un receptor de ondas ultrasónicas, siendo dichas ondas recibidas por emergencia desde una zona de la cara de la banda hacia el receptor, estando el receptor sin contacto con la banda,
  - 15 - una unidad de tratamiento acoplada al segundo EMAT con el fin de entregar al menos un criterio de inspección por medio de al menos una firma de ondas ultrasónicas medidas en el segundo EMAT,
  - 20 - estando la zona dispuesta sobre la banda de tal manera que la ruta de ondas entre el primer borde de la banda y dicha zona está alineada sobre una dirección lineal y principalmente transversal al desplazamiento de la banda, caracterizado por un tercer transductor acústico electromagnético EMAT (3b) que incluye un receptor de ondas ultrasónicas transmitidas por el primer EMAT (2) en emergencia desde la cara del primer borde de la banda hacia el receptor, estando el receptor sin contacto con la banda, estando acoplada la unidad de tratamiento al tercer EMAT con el fin de entregar al menos un segundo criterio de inspección por medio de al menos dos firmas de ondas ultrasónicas, de las cuales la firma procede de una medida por el segundo EMAT y una firma procede de una medida por el tercer EMAT.
2. Dispositivo de inspección según la reivindicación 1, para el cual, desde lo más alejado del primer borde de banda, la zona está dispuesta en un borde de banda principalmente transversalmente opuesto al primer borde de la banda.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, para el cual el primero y el segundo EMAT (2, 3a) presentan una separación igual o superior a una semianchura de banda.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, para el cual los tres EMAT están dispuestos en los vértices de un triángulo cuyo uno de los lados es paralelo a una transversal a la dirección de desplazamiento de la banda.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, para el cual al menos uno de los tres EMAT es móvil según una dirección principalmente transversal al desplazamiento de la banda.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, para el cual al menos uno de los tres EMAT es móvil según una dirección principalmente transversal al desplazamiento de la banda, en modo dependiente de un formato y/o una anchura de banda.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, para el cual una distancia sin contacto entre cada EMAT y la cara de la banda se mantiene si es constante o si no es entregada por un medio de medida instantáneo.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores 4-7, para el cual la unidad de tratamiento comprende:
- 35 - un módulo (4) de control de informes señal-ruido de señal de medida recogida en el segundo y el tercer EMAT,
  - un módulo (5) de detección de anomalías de propagación de ondas ultrasónicas
  - 40 - un medio (7a) de identificación tipológica de zonas que presentan anomalías de propagación con respecto a defectos de referencia almacenados en una base de datos (6),
  - 45 - un medio (7b) de identificación geográfica de zonas que presentan anomalías de propagación con respecto a un origen longitudinal y a un origen trasversal de la banda en desplazamiento,
  - un medio (8) de identificación de la gravedad de defectos identificados que siguen al menos un umbral de criticidad que toma en cuenta al menos uno de los criterios de identificación geográfica y tipológica.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores 4-7, para el cual:
- 50 - al menos un cuarto transductor acústico electromagnético EMAT que incluye un emisor de ondas similar al del primer EMAT está dispuesto en las inmediaciones de la zona con respecto al segundo EMAT (3a),
  - el primero y el cuarto EMAT se pueden activar de forma simultánea bajo modos libres de interferencias, siendo dichos modos medibles de forma simultánea por el segundo y el tercer EMAT.



10. Dispositivo según la reivindicación 9, para el cual los cuatro EMAT están dispuestos en los vértices de un rectángulo que tiene un lado paralelo a una transversal de la dirección de desplazamiento de la banda.

5 11. Utilización del dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores para detectar defectos de bandas metálicas en frío o en caliente en desplazamiento con respecto a dicho dispositivo, siendo dichos defectos o bien superficiales o bien internos e interactuando con categorías de ondas ultrasónicas transmitidas o reflejadas tales como atenuadores, difusores o transformadores de ultrasonidos, siendo los defectos identificables por al menos dos firmas procedentes de al menos el segundo y el tercer transductores acústicos electromagnéticos EMAT (3a, 3b) que incluyen un receptor de ondas ultrasónicas transmitidas por el primer transductor acústico electromagnético EMAT (2) que incluye un emisor de ondas ultrasónicas.

