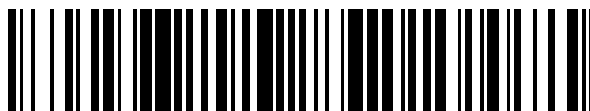


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 491 099**

51 Int. Cl.:

G01N 25/72 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2012** **E 12382212 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2667185**

54 Título: **Método y sistema para la inspección de palés**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.09.2014

73 Titular/es:

MECÁNICA CAPE, S.L. (100.0%)
C/ Francesc Puget, 6
08560 Manlleu (Barcelona), ES

72 Inventor/es:

PÉREZ TONEU, JUAN MANUEL;
PÉREZ TONEU, CARLOS;
PÉREZ TONEU, MARC y
ALMUDEVAR FELIPE, EULOGIO JUAN ANTONIO

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 491 099 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

Método y sistema para la inspección de palés

5 La presente invención hace referencia a un método para la detección de defectos en palés y a un sistema para la realización de dicho método.

Más en particular, la presente invención hace referencia a un método para la detección de palés defectuosos y a un sistema para la realización de dicho método.

10 Un palé es una plataforma de tablas para almacenar y transportar mercancías, que facilita el levantamiento y manejo de dichas mercancías mediante la utilización de grúas. Referido muchas veces en la industria como "palet" o "paleta". Dicho tipo de plataformas se fabrican disponiendo una serie de tablonos longitudinales en paralelo y a una cierta distancia entre sí y seguidamente enclavando una serie de tablonos transversales también en paralelo y a una
15 cierta distancia entre sí encima de dichos tablonos longitudinales. No obstante, muchas veces después del procedimiento de fabricación, pueden existir defectos en el enclavado en dichos palés y la utilización de los palés con dichos defectos puede provocar que el palé se rompa o se deteriore antes de tiempo pudiendo provocar accidentes en los procesos de almacenamiento y transporte de mercancías.

20 Son conocidos diferentes métodos y sistemas para la detección de defectos en palés.

La solicitud de Patente Española con número de publicación ES2117575 se refiere, por ejemplo, a un método y sistema para el reconocimiento y la clasificación automáticos de defectos en palés o elementos similares. El método comprende un primer proceso de captación de una imagen de un palé que consiste en iluminar adecuadamente el
25 palé, tomar la imagen, digitalizarla y volcarla a una computadora para un posterior procesamiento. Posteriormente, se determinan los perfiles del palé para poder identificarlo, obtener sus medidas y resaltar los defectos. Para ello, se lleva a cabo una operación de realce y aumento del contraste de la imagen original del palé y una umbralización automática del histograma de la imagen realizada. Para todo ello, el sistema comprende una cinta automática de cadenas de transporte la cual atraviesa una cámara provista de un sistema de iluminación con un conjunto de ocho
30 cámaras de vídeo. Sobre la cinta transportadora, están previstos asimismo dos dispositivos de volteo adaptados para voltear el palé con el fin de que se pueda inspeccionar el otro lado del palé. No obstante, dicho método y sistema de 8 cámaras de vídeo estándar no permite la detección de diferentes tipos de palés con tonalidades distintas. Una iluminación convencional como la de la solicitud de Patente Española ES2117575 no permite detectar correctamente las maderas más oscuras por falta de contraste.

35 Otro ejemplo de método de inspección y reparación automatizadas de palés se da a conocer en WO2005058717 y EP 1636104 A1. Dicha solicitud da a conocer una célula y un método para la inspección y reparación automatizadas de palés. En el método de inspección de un palé, se da a conocer un método alternativo y preferente que consiste en utilizar un sistema láser y una cámara para capturar perfiles individuales (secciones transversales) del palé, es decir, la cámara registra la ubicación de una línea de láser proyectada y triangula su posición para dar datos de
40 altura y coordenadas. Dicho método proporciona un mapa de datos tridimensional del palé y puede usarse para detectar huecos o salientes tales como clavos, plásticos colgantes, etc. Asimismo, los datos tridimensionales pueden también filtrarse usando algoritmos de análisis de imagen (tal como los filtros de Sobel o Gauss) para proporcionar ubicaciones de grietas u otras desviaciones en las superficies del palé. Si bien dicho método permite detectar
45 correctamente las maderas de distintas modalidades en comparación con la solicitud de Patente Española ES2117575, el método y sistema de la solicitud de Patente Europea EP1636104 A1 no permite distinguir si el elemento saliente es un clavo, una astilla de madera, plásticos colgantes, etc. Por consiguiente, no permite la detección de palés defectuosos.

50 Así pues, sería conveniente encontrar un método que permitiera resolver los inconvenientes citados. Más en particular, es un objetivo de la presente invención dar a conocer un método para detectar defectos en el enclavado de palés y un sistema para llevar a cabo dicho método que permita asegurar la detección de un enclavado defectuoso de manera óptima y eficiente. En particular, un sistema que sea capaz de identificar los defectos de la superficie del palé, correspondientes a elementos metálicos (tales como clavos), de la variabilidad de la superficie
55 natural de la madera del palé.

Según la presente invención, esto se consigue mediante un método para la detección de palés defectuosos que comprende las siguientes etapas: captura de datos dimensionales de dicho palé mediante al menos una cámara óptica y/o al menos un medidor láser; procesamiento de los datos obtenidos en el proceso de captura mediante un
60 procesador de datos obteniendo un mapa tridimensional de dicho palé; procesamiento de los datos de dicho mapa para la determinación de al menos algunas coordenadas de localización de entrantes o salientes de dicho palé correspondientes a defectos por reparar, caracterizado porque comprende las etapas de: calentamiento de dicho palé mediante un sistema de calentamiento basado en inducción electromagnética; captura de al menos una imagen térmica de dicho palé previamente calentado mediante al menos una cámara de infrarrojos; procesamiento de la imagen térmica mediante un procesador de datos para obtener unas coordenadas de elementos en dicho palé de
65 temperatura más elevada; procesamiento conjunto de dichas coordenadas de localización y de dichas coordenadas

de elementos de temperatura mediante un procesador de datos para la detección de defectos en el palé. Al calentar el palé a través de un proceso basado en inducción electromagnética y posteriormente capturar una imagen térmica de dicho palé, se puede asegurar sin ningún tipo de error la ubicación de los clavos en el palé.

5 Según una realización preferente del proceso de calentamiento, una serie de subconjuntos de bobinas, dispuesto cada subconjunto en línea con cada tablón longitudinal de dicho palé, lleva a cabo un calentamiento por inducción electromagnética respectivamente de las intersecciones de cada tablón longitudinal de dicho palé. Preferentemente, cada subconjunto de bobinas tarda 1 segundo en calentar una intersección entre un tablón longitudinal y un tablón longitudinal de un palé. Preferentemente, cada subconjunto tarda 4 segundos en calentar todas las intersecciones de un mismo tablón longitudinal de un palé.

10 El calentamiento del palé se lleva a cabo por inducción electromagnética pues se obtienen ciertas ventajas respecto a otros sistemas: ausencia de contacto físico, generación de calentamiento en el lugar requerido, ausencia de pérdidas en transferencias caloríficas, máxima rapidez y precisión, fácil automatización y control del ciclo de trabajo, un 85% de alta eficiencia eléctrica.

15 Según una realización preferente del proceso de captura de imágenes térmicas de dicho palé previamente calentado, una serie de cámaras de infrarrojos, dispuesta cada cámara de infrarrojos en línea con cada tablón longitudinal de dicho palé, lleva a cabo una captura de al menos una imagen térmica respectivamente de las intersecciones de cada tablón longitudinal de dicho palé previamente calentado. De esta manera, se consigue obtener la información como una imagen térmica de las intersecciones entre los tablonos longitudinales y los tablonos transversales, en los que se encuentran los clavos del palé.

20 Según otra realización preferente de la invención, para cada intersección entre tablonos longitudinales y tablonos transversales de un palé, se lleva a cabo primeramente dicho proceso de calentamiento y posteriormente dicho proceso de captura de imagen térmica mediante un sistema formado por un cabezal de bobina unido a un cabezal de captura térmica.

25 Según una realización preferente del proceso de procesamiento de imágenes térmicas, se detecta en cada imagen térmica al menos unas coordenadas correspondientes a un elemento en dicho palé cuya temperatura es superior a la temperatura que rodea dicho elemento.

30 Según una realización preferente, en dicho procesamiento conjunto de dichas coordenadas de localización de entrantes o salientes y de dichas coordenadas de elementos de temperatura, dicho procesador de datos compara ambos tipos de coordenadas y determina que existe un defecto en el palé en aquella coordenada que coincide con dichas coordenadas de localización de entrantes o salientes y con dichas coordenadas de elementos de temperatura. Así pues, se puede determinar claramente que un clavo correspondiente a una coordenada de un elemento de temperatura que coincide con una coordenada de localización de entrantes o salientes tiene un defecto.

35 Preferentemente, tras la detección de defectos en dicho palé, un sistema de presentación de información genera tantas etiquetas como defectos se han detectado en el palé y engancha cada etiqueta en la ubicación del defecto en el palé. De este modo, se consigue disponer en el palé inspeccionado la ubicación de los clavos defectuosos.

40 Según otro aspecto de la presente invención, dicho método se puede llevar a cabo mediante la utilización de un sistema para la detección de defectos en clavos en palés que comprende: al menos un palé a inspeccionar; al menos una cámara óptica y/o al menos un láser adaptados para llevar a cabo una captura de datos dimensionales de dicho palé; un módulo de procesamiento de datos adaptado para el procesamiento de los datos obtenidos en el proceso de captura, obteniendo un mapa tridimensional de dicho palé, y el procesamiento de los datos de dicho mapa tridimensional para la determinación de al menos unas coordenadas de localización de entrantes o salientes de dicho palé correspondientes a defectos por reparar, caracterizado porque comprende: un sistema de calentamiento basado en inducción electromagnética adaptado para llevar a cabo el calentamiento de dicho palé; al menos una cámara de infrarrojos adaptada para capturar al menos una imagen térmica de dicho palé previamente calentado; un módulo de procesamiento de datos adaptado para procesar la imagen térmica y obtener coordenadas de elementos en dicho palé de temperatura más elevada; un módulo de procesamiento de datos adaptado para procesar conjuntamente dichas coordenadas de localización y dichas coordenadas de elementos de temperatura y detectar defectos en el palé.

45 Según una realización preferente del sistema de calentamiento, éste comprende: una fuente primaria de alimentación alterna adaptada para alimentar dicho sistema de calentamiento a partir de una conexión a la red eléctrica; al menos un rectificador conectado a dicha fuente primaria de alimentación adaptado para transformar la corriente eléctrica alterna suministrada por dicha fuente primaria en corriente eléctrica continua; al menos un subconjunto de bobinas adaptado para calentar al menos una intersección entre tablonos longitudinales y tablonos transversales de un palé; al menos un convertidor de corriente continua a corriente alterna conectado a la salida del rectificador y adaptado para suministrar corriente alterna a al menos un subconjunto de bobinas; un controlado lógico programable conectado a al menos a un convertidor y al menos a un rectificador adaptado para controlar dicho sistema de calentamiento.

Según una realización preferente de la invención, dicho convertidor de corriente continua a corriente alterna es de tipo multifase adaptado para suministrar corriente alterna a varios subconjuntos de bobinas.

5 Según una realización preferente de la disposición del palé en la entrada del sistema, dicho palé a inspeccionar se dispone orientado en la dirección de su eje longitudinal con respecto a la entrada del sistema de calentamiento. Al entrar el palé en el sistema de calentamiento en dirección de su eje longitudinal, consigue minimizar el número de bobinas a utilizar.

10 Según una realización preferente del sistema de calentamiento, éste dispone una serie de subconjuntos de bobinas, un subconjunto por cada tablón longitudinal de dicho palé, de manera que cada subconjunto de bobinas pueda llevar a cabo un calentamiento por inducción electromagnética de las intersecciones de un mismo tablón longitudinal de dicho palé.

15 Según una realización preferente, se dispone una cámara de infrarrojos por cada subconjunto de bobinas de cada tablón longitudinal de dicho palé, de manera que cada cámara de infrarrojos pueda llevar a cabo una captura de al menos una imagen térmica respectivamente de las intersecciones de cada tablón longitudinal de dicho palé previamente calentado.

20 Según otra realización preferente de la invención, dicho subconjunto de bobinas por cada tablón longitudinal comprende unido a éste un cabezal de visión térmica para llevar a cabo conjuntamente un proceso de calentamiento y posteriormente una captura de imagen térmica.

25 Según una realización preferente, dicho subconjunto de bobinas comprende al menos dos bobinas de tipo circular adyacentes una con la otra.

Según otra realización preferente, dicho subconjunto de bobinas comprende al menos dos bobinas de tipo hexagonal adyacentes una con la otra.

30 Según una realización preferente del convertidor de corriente, éste está basado en una topología de tipo inversor de medio puente resonante que comprende dos transistores de tipo MOSFET y que dicho convertidor está conectado en su salida a un tanque resonante formado por un transformador de acoplamiento y una serie de condensadores dispuestos en serie con un subconjunto de bobinas y porque dicho convertidor está controlado por un circuito de control.

35 Según una realización preferente de dicho circuito de control, éste comprende un circuito de generación de señales para dichos transistores MOSFET, un circuito de protecciones por sobrecorriente y un circuito de comunicación con dicho controlador lógico programable.

40 Según una realización preferente de dicho circuito de generación de señales para dichos transistores MOSFET, éste comprende: un circuito cambiador de fase; un circuito analógico de seguimiento de la frecuencia de resonancia conectado a la salida de dicho circuito cambiador de fase; un circuito de generación de una señal de retardo conectado a la salida de dicho circuito analógico de seguimiento de la frecuencia de resonancia; un circuito de tipo driver conectado a la salida de dicho circuito de generación de una señal de retardo y que genera las señales de
45 ataque para los transistores MOSFET.

Según una realización preferente de dicho circuito de protecciones por sobrecorriente, éste comprende: un circuito rectificador de onda completa basado en amplificadores operacionales; un detector de amplitud, un comparador con histéresis adaptado para detectar tanto un cortocircuito como un circuito abierto; un circuito de memorización
50 adaptado para indicar la presencia de fallos al controlador lógico programable.

El sistema comprende adicionalmente un sistema de presentación de información conectado a la salida del sistema de detección de fallos en los palés adaptado para generar tantas etiquetas como defectos detectados en el palé y para enganchar cada etiqueta en la ubicación del defecto en el palé.
55

Preferentemente, todos los circuitos que forman parte del sistema de detección de defectos en palés tienen las señales de salida optoacopladas. De esta manera, se consigue aislar eléctricamente diferentes señales del sistema. Para su mejor comprensión se adjunta, a título de ejemplo explicativo pero no limitativo, varias figuras que describen las distintas partes de varias realizaciones preferentes de la presente invención.
60

La figura 1 muestra un esquema general de un sistema de calentamiento según una realización preferente de la presente invención.

La figura 2 muestra vista ampliada de una parte del esquema general de la figura 1.

65 La figura 3 muestra un esquema de un tipo de bobina según una realización preferente de la invención.

La figura 4 muestra un esquema de un tipo de bobina según otra realización preferente de la invención.

5 La figura 5 muestra un esquema de conexión de un tipo de convertidor de corriente continua a corriente alterna según una realización preferente de la invención.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques del circuito de control del convertidor de la figura 5 según una realización preferente de la invención.

10 La figura 7 muestra un diagrama de bloques del circuito de generación de las señales de ataque a los transistores de la figura 6 según una realización preferente de la presente invención.

La figura 8 muestra un diagrama de bloques del circuito de protección por sobrecorriente de la figura 6 según una realización preferente de la presente invención.

15 La figura 9 muestra un esquema de un sistema de triangulación según una realización preferente de la presente invención.

20 La figura 10 muestra un ejemplo de presentación de la información de defectos en un palé según una realización preferente de la invención.

25 La figura 1 muestra un esquema general de un sistema -1- de calentamiento basado en inducción electromagnética. El calentamiento por inducción electromagnética es un método para suministrar calor de forma rápida, consistente, limpia y eficiente en aplicaciones de manufactura, sobre piezas o partes metálicas o de otros conductores de la electricidad.

30 Los principios básicos de la inducción electromagnética son bien conocidos: una corriente eléctrica circula por un conductor en forma de bobina (inductor) generando un campo magnético en sus alrededores. La mayor intensidad del campo se da en el núcleo de la bobina, y depende de la intensidad de la corriente de excitación y del número de espiras de la bobina. Si se coloca un elemento de material ferromagnético dentro de un campo magnético de intensidad variable, se inducen en él corrientes eléctricas, principalmente concentradas en la superficie, denominadas corrientes parásitas o corrientes de Foucault. Estas corrientes se cierran dentro del mismo formando torbellinos, y son las responsables de la generación de calor por efecto Joule. El campo magnético alterno también produce sucesivas magnetizaciones y desmagnetizaciones en el material, que se traducen en sucesivos ciclos de histéresis, los cuales también producen pérdidas en forma de calor.

35 El sistema -1- de calentamiento basado en inducción electromagnética de la figura 1 comprende un palé -11- compuesto por una serie de tablonces longitudinales, preferentemente tres (-111-, -112-, -113-), y una serie de tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-) dispuestos encima de dichos tablonces longitudinales (-111-, -112-, -113-). El número de tablonces transversales puede variar en función de la longitud de los tablonces longitudinales (-111-, -112-, -113-). En la figura 1, aparecen puntos suspensivos para indicar que se disponen más de tres tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-). Dichos tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-) se disponen encima de dichos tablonces longitudinales (-111-, -112-, -113-) de manera que dicho palé -11- tenga una forma rectangular. Asimismo, dichos tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-) se unen a dichos tablonces longitudinales (-111-, -112-, -113-) mediante clavos en las intersecciones creadas entre ambos. Así pues, para el tablón longitudinal -111-, se dispone un mínimo de tres intersecciones (-1141-, -1151-, ..., -1161-) con los respectivos tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-). Para el tablón longitudinal -112-, se dispone un mínimo de tres intersecciones (-1142-, -1152-, ..., -1162-) con los respectivos tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-). Finalmente, para el tablón longitudinal -113-, se dispone un mínimo de tres intersecciones (-1143-, -1153-, ..., -1163-) con los respectivos tablonces transversales (-114-, -115-, ..., -116-).

40 El sistema -1- de calentamiento basado en inducción electromagnética de la figura 1 comprende adicionalmente, una fuente primaria de alimentación (no ilustrada), encargada de alimentar el sistema -1- a partir de la conexión a la red eléctrica, un rectificador -14- y una serie de convertidores estáticos o convertidores de potencia (-131-, -132-, -133-) que alimentan a bobinas (-121-, -122-, -123-) independientes.

45 Dicho rectificador -14- recibe la alimentación de corriente alterna o corriente AC de la fuente primaria de alimentación, normalmente a una tensión de 220V y a una frecuencia de 50H, y la transforma a corriente continua o corriente DC. Dicho rectificador -14- puede ser trifásico o monofásico y deberá generar suficiente potencia en corriente continua y tener las protecciones normales correspondientes.

50 Los convertidores estáticos (-131-, -132-, -133-) del sistema -1- reciben la corriente continua del rectificador -14- y la adaptan para las bobinas (-121-, -122-, -123-). Así pues, dichos convertidores (-131-, -132-, -133-) convierten la corriente continua recibida del rectificador -14- a corriente alterna.

65

El sistema -1- también comprende un controlador -15- lógico programable o PLC (Programmable Logic Controller en sus siglas en inglés) que se encarga de realizar las maniobras de control del sistema -1-, activando y desactivando tanto la potencia como el control de los convertidores de potencia (-131-, -132-, -133-), según la operación de la máquina completa. La comunicación del controlador -15- lógico programable con el sistema -1- de calentamiento se lleva a cabo a través de entradas /salidas digitales.

Según una realización preferente de la invención que corresponde con la figura 1, el sistema -1- de calentamiento está basado en un único rectificador -14- conectado a la red y que alimenta corriente continua a tres convertidores de potencia (-131-, -132-, -133-). Dicho rectificador -14- puede ser una unidad comercial de tipo monofásico estándar, o de tipo trifásico con ajuste de la tensión de corriente continua de salida. Dichos tres convertidores de potencia (-131-, -132-, -133-) alimentan cada uno a un par de bobinas (-1211-, -1212-), (-1221-, -1222-), (-1231-, -1232-) de inducción respectivamente en tres líneas independientes, una por cada tablón longitudinal (-111-, -112-, -113-), de manera que se pueden calentar todos los clavos de un palé -1- a medida que salen de la correspondiente máquina de fabricación.

La figura 2 muestra una vista reducida del esquema general de la figura 1, en la que se puede apreciar el cabezal de la bobina -121- de inducción que comprende preferentemente 2 bobinas (-1211-, -1212-), preferentemente hexagonales, y de dimensiones 160x200mm preferentemente. Cada par de bobinas (-1211-, -1212-), (-1221-, -1222-), (-1231-, -1232-) puede tener diferentes geometrías. Así pues, una realización preferente es la bobina hexagonal plana -3-, tal y como se puede apreciar en la figura 3, y que es utilizada en la realización del sistema -1- de las figuras 1 y 2. Dicho tipo de bobina -3- hexagonal plana es óptima en cuanto a adaptabilidad a la superficie de calentamiento. Otra realización preferente de bobina es la bobina plana circular -4- que se puede apreciar en la figura 4 y que posee unas muy buenas propiedades térmicas, dada su relación flujo-volumen.

Otra realización preferente de la invención permite disponer dichos 3 pares de bobinas (-121-, -122-, -123-) compartiendo la salida de un único convertidor de potencia multifase (no ilustrado).

Otra realización preferente de la invención permite disponer una única bobina por cada tablón longitudinal (no ilustrado).

Otra realización preferente de la invención permite disponer un bloque de 3 bobinas por cada tablón longitudinal (no ilustrado).

La figura 5 muestra un esquema de conexión de un tipo de convertidor de corriente continua a corriente alterna o convertidor de potencia (-131-, -132-, -133-) según una realización preferente de la invención. Dicho tipo de convertidor -131- está basado en una topología de inversor de medio puente resonante que está conectado en su salida a un tanque resonante formado por un transformador -18- de acoplamiento, con una relación de espiras N:1, y una serie de condensadores -16- dispuestos en serie con el par de bobinas hexagonales (-1211-, -1212-).

La función principal de dicho tipo de convertidor -131- de medio puente resonante es producir en la salida una señal senoidal de corriente alterna con magnitud y frecuencia que pueden ser controladas. La estructura de dicho convertidor -131- de medio puente resonante consta de dos condensadores de igual valor conectados en serie a través de la señal de entrada de corriente continua, de tal forma que, cada condensador se carga a la mitad del voltaje de entrada. Asimismo, dicho tipo de convertidor -131- comprende dos transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor o transistores MOSFET (de sus siglas en inglés, Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor), dispuestos en el circuito de manera que nunca puedan estar los dos transistores MOSFET activos al mismo tiempo.

Dicho convertidor -131- está controlado por un circuito -17- de control que recibe señales de entrada -151- de control por parte del controlador -15- lógico programable. Dicho circuito -17- de control se comunica con el convertidor -131- de tipo inversor de medio puente resonante a través de las señales -173- y -1311-. Las señales -173- corresponden a señales de ataque para los transistores MOSFET (no ilustrados) que componen el circuito del convertidor -131- de tipo inversor de medio puente resonante, mientras que las señales -1311- corresponden a la corriente media medida por dicho convertidor -131-.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques del circuito -17- de control del tipo de convertidor -131- de la figura 5, según una realización preferente de la invención. Dicho circuito -17- comprende un circuito -172- de generación de señales para dichos transistores MOSFET y un circuito -173- de protecciones por sobrecorriente que reciben ambos las señales -1311- que corresponden a la corriente medida por dicho convertidor -131-. Adicionalmente, dicho circuito -17- comprende un circuito -174- de comunicación con dicho controlador -15- lógico programable a través de la señal -151-. Dicho circuito -174- también comunica las posibles alarmas por sobrecorriente o por un nivel bajo de corriente del convertidor -131- a través de las señales -171-.

La figura 7 muestra un diagrama de bloques del circuito -172- de generación de las señales de ataque a los transistores MOSFET de la figura 6, según una realización de la presente invención. Dicho circuito -172- comprende un circuito -1723- cambiador de fase de 90° que recibe las señales -1311- que corresponden a la corriente medida

por dicho convertidor -131-, un circuito -1724- analógico de seguimiento de la frecuencia de resonancia conectado a la salida de dicho circuito -1723- cambiador de fase y un circuito -1725- de generación de una señal de retardo conectado a la salida de dicho circuito -1724- analógico de seguimiento de la frecuencia de resonancia. Dicho circuito -1725- genera un tiempo de retraso para retardar la puesta en conducción de un transistor MOSFET mientras el otro se corta. A la salida de dicho circuito -1724- analógico se conecta un circuito -1726- de tipo driver para aislar las señales de control de las señales (-1721-, -1722-) de ataque entre la puerta y el surtidor de cada uno de los transistores MOSFET.

La figura 8 muestra un diagrama de bloques del circuito -173- de protección por sobrecorriente de la figura 6, según una realización de la presente invención. Dicho circuito -173- de protecciones por sobrecorriente comprende un circuito -1731- rectificador de onda completa basado en amplificadores operacionales, un detector -1732- de amplitud o de pico, un comparador -1733- con histéresis adaptado para detectar tanto un cortocircuito como un circuito abierto puesto que la frecuencia de conmutación del inversor esté muy alejada de la frecuencia de resonancia. En el caso de un circuito abierto o que la frecuencia de conmutación del inversor esté muy alejada de la frecuencia de resonancia corresponde en ambos casos a un nivel bajo de corriente y se transmitirá dicha señal -1736- al controlador -15- lógico programable. Dicho circuito -173- comprende finalmente un circuito -1734- de memorización adaptado para indicar la presencia de fallos al controlador -15- lógico programable. Dicho circuito -1734-, en caso de sobrecorriente, memoriza un bit en un biestable o flip-flop, indicando la presencia de un fallo en el sistema.

Las comunicaciones anteriormente analizadas entre el controlador -15- lógico programable y el resto de circuitos deben estar todas optoacopladas, de esta manera, se consigue aislar eléctricamente dichas señales del sistema.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de captura de imágenes térmicas adaptado para llevar a cabo capturas de al menos una imagen térmica de dicho palé -11- calentado y así mostrar las diferencias de temperatura entre los clavos y los tablones del palé -11-. Dicho sistema de captura de imágenes térmicas comprende un cabezal de captura de imágenes térmicas por cada par de bobinas (-121-, -122-, -123-) de cada tablón longitudinal respectivamente (-111-, -112-, -113-) de manera que cada cabezal pueda llevar a cabo una captura de imagen térmica de cada intersección de un mismo tablón longitudinal del palé. Esta disposición de un cabezal de captura de imágenes térmicas por cada par de bobinas (-121-, -122-, -123-) permite llevar a cabo el proceso de calentamiento y el proceso de captura de imágenes térmicas al mismo tiempo. Así pues, el sistema de captura de imágenes térmicas comprende 3 cabezales. La resolución de la captura de imagen térmica se escoge de manera que se puedan detectar elementos con un diámetro mayor que dos píxeles.

La figura 9 muestra un sistema -2- de triangulación adaptado para llevar a cabo un proceso de captura de perfiles individuales del palé. Dicho sistema -2- comprende una cámara óptica -21- dispuesta verticalmente y un medidor láser -22- dispuesto con una cierta inclinación, tal y como se puede apreciar en la figura 9. Dicho sistema -2- consiste en la proyección de una línea del láser -22- sobre la superficie superior del palé, mientras dicha cámara -21- registra la ubicación de dicha línea del láser -22- proyectada y triangula su posición para dar datos de altura y coordenadas. Dicho sistema -2- proporciona un cierto número de imágenes que transformadas mediante un procesador de datos determinan las alturas de los diferentes puntos y se consigue un mapa de datos tridimensional del palé -11-.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para la detección de defectos en clavos en palés. Dicho método se puede iniciar, una vez cada palé -11- por inspeccionar ha salido de su proceso y sistema de producción. Para dicho método, se considera un palé -11-, tal como el de la figura 1 y 2, compuesto por 3 tablones longitudinales (-111-, -112-, -113-), y una serie indefinida de tablones transversales (-114-, -115-,..., -116-).

Así pues, en una primera etapa, un palé -11- recién salido de la máquina de fabricación se dispone a entrar en el sistema -1- orientado en la dirección del eje longitudinal de dicho palé -11-. Dicha entrada al sistema -1- puede comprender un tope de posicionamiento (no ilustrado), de esta manera, todos los palés de un mismo modelo inician el control en la misma disposición, determinándose así la posición de los tablones transversales de cada palé. Dicho sistema -1- puede comprender adicionalmente un sistema de control de posicionamiento (no ilustrado) de los palés capaz de detectar si un palé llega torcido y posteriormente ajustar el posicionamiento de dicho palé correctamente.

En una siguiente etapa, el palé -11- se posiciona debajo de tres pares de bobinas (-121-, -122-, -123-) y éstas últimas llevan a cabo, en un primer instante, un proceso de calentamiento por inducción electromagnética de las intersecciones (-1161-, -1162-, -1163-) entre el tablón transversal -116- y los tablones longitudinales (-111-, -112-, -113-) respectivamente. Seguidamente a este proceso de calentamiento por parte de dichas bobinas (-121-, -122-, -123-), se lleva a cabo una captura de una imagen térmica para cada intersección (-1161-, -1162-, -1163-) calentada mediante una serie de cámaras de infrarrojos (no ilustrados) unidas respectivamente a cada par de bobinas (-121-, -122-, -123-). La duración aproximada del proceso de calentamiento y del proceso de captura de imagen por cada tablón transversal (-114-, -115-, ..., -116-) es de aproximadamente 1 segundo. Tras dichos dos procesos, se lleva a cabo un movimiento del palé hasta situarse el siguiente tablón transversal del mismo palé -11- debajo de los tres pares de bobinas (-121-, -122-, -123-) de inducción. Se repite el proceso de calentamiento iterativamente para las intersecciones respectivas de cada tablón transversal. El tiempo del ciclo del sistema de calentamiento y de captura

de imágenes térmicas es de aproximadamente 6 segundos, de los cuales 4 se utilizan para barrer todo el palé, calentar los clavos y realizar las capturas térmicas.

5 En una siguiente etapa, un procesador de imágenes térmicas recibe la información de todas las imágenes térmicas capturadas de todas las intersecciones existentes en el palé -11- y para cada imagen detecta las coordenadas de una posición en el palé cuya temperatura es superior a la temperatura que rodea a dicha posición. De este modo, se consigue obtener una lista de las coordenadas de los clavos existentes en las intersecciones entre los tablonos longitudinales y los tablonos transversales del palé -11-, que se almacenan para un posterior procesamiento.

10 En una etapa posterior, dicho palé -11- entra en un sistema -2- de triangulación adaptado para llevar a cabo un proceso de captura de perfiles individuales de dicho palé -11-. Dicho sistema -2- comprende una cámara -21- óptica dispuesta verticalmente y un medidor láser -22- dispuesto con una cierta inclinación, tal y como se puede apreciar en la figura 9. Dicho sistema -2- consiste en la proyección de una línea del láser -22- sobre la superficie superior del palé, mientras dicha cámara -21- registra la ubicación de dicha línea del láser -22- proyectada y triangula su posición para proporcionar datos de altura y coordenadas de los elementos del palé -11- defectuosos tales como huecos o salientes de clavos, plásticos colgantes, etc. Dicho sistema -2- nos proporciona un cierto número de imágenes que transformadas mediante un procesador de datos se determinan las alturas de los diferentes puntos y se consigue un mapa de datos tridimensional del palé -11-. Las coordenadas de dichos salientes o huecos se almacenan para un posterior procesamiento.

20 Antes de iniciar esta última etapa de triangulación, es necesario realizar un proceso de calibración. El objetivo de dicha calibración es poder obtener una reconstrucción tridimensional del palé con las medidas reales del mismo. El protocolo de calibración se basa en colocar una cuadrícula de dimensiones conocidas en el plano del láser -22-. Inicialmente, la cámara -21- captura una imagen de esta cuadrícula y a partir de ella se puede saber qué
25 coordenada real corresponde a cada píxel de la imagen. El método que se ha de realizar para implementar dicha calibración es el siguiente:

1. Detección de los cruces de líneas de la cuadrícula;
2. Asignar a cada cruce de líneas las coordenadas reales;
- 30 3. Interpolar las coordenadas reales de los otros píxeles de la imagen a partir de los cruces;

Para llevar a cabo dicho método de calibración, es necesario tener 3 juegos de cámara más un láser, uno de medida en la dirección "x", otro de medida en la dirección "y", y un tercero, también en la dirección "x" para la zona de los clavos, de más resolución (irá situado por debajo de los otros juegos).

35 En una siguiente etapa, un procesador de imágenes y datos lleva a cabo un proceso de comparación entre las coordenadas de la posición de los clavos en el palé y las coordenadas de los entrantes o salientes del palé -11-. Cuando las coordenadas de un clavo coincidan con las coordenadas de un saliente o de un hueco, se puede determinar que existe un defecto en dicho clavo del palé -11- (clavo saliente o clavo hundido). Se lleva a cabo, la
40 detección de todos los defectos en los clavos existentes y se almacenan las coordenadas de dichos clavos defectuosos.

En una última etapa, se lleva a cabo la presentación de la información de los defectos en el palé -11- mediante un sistema que genera tantas etiquetas como defectos se han detectado en el palé y las engancha en la ubicación respectiva (gracias a las coordenadas del defecto) del defecto en el palé -11-. La figura 10 muestra un ejemplo de
45 presentación de la información de defectos en un palé según una realización preferente de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de detección en palés defectuosos (11) que comprende las siguientes etapas:

- 5 - captura de datos dimensionales de dicho palé (11) mediante al menos una cámara óptica (21) y/o al menos un medidor láser (12);
 - procesamiento de los datos obtenidos en el proceso de captura mediante un procesador de datos obteniendo un mapa tridimensional de dicho palé (11);
 - procesamiento de los datos de dicho mapa para la determinación de al menos algunas coordenadas de localización de entrantes y salientes de dicho palé (11) correspondientes a defectos por reparar; caracterizado porque comprende las etapas de:
 10 - calentamiento de dicho palé (11) mediante un sistema (1) de calentamiento basado en inducción electromagnética;
 - captura de al menos una imagen térmica de dicho palé (11) previamente calentado mediante al menos una cámara de infrarrojos;
 15 - procesamiento de la imagen térmica mediante un procesador de datos para obtener coordenadas de elementos en dicho palé (11) de temperatura más elevada;
 - procesamiento conjunto de dichas coordenadas de localización y de dichas coordenadas de elementos de temperatura mediante un procesador de datos para la detección de defectos en el palé.

20 2. Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque en dicho proceso de calentamiento unas series de subconjuntos (121, 122, 123) de bobinas, dispuesto cada subconjunto (121, 122, 123) en línea con cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11), lleva a cabo un calentamiento por inducción electromagnética respectivamente de las intersecciones de cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11).

25 3. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque en dicha captura de imágenes térmicas, unas series de cámaras de infrarrojos, dispuesta cada cámara de infrarrojos en línea con cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11), lleva a cabo una captura de al menos una imagen térmica respectivamente de las intersecciones de cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11) previamente calentado.

30 4. Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque en dicho procesamiento de imágenes térmicas, dicho procesador de imágenes térmicas detecta, en cada imagen térmica, al menos coordenadas correspondientes a un elemento en dicho palé (11) cuya temperatura es superior a la temperatura que rodea dicho elemento.

35 5. Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque en dicho procesamiento conjunto de dichas coordenadas de localización de entrantes o salientes y de dichas coordenadas de elementos de temperatura, dicho procesador compara ambos tipos de coordenadas y determina que existe un defecto en el palé (11) en aquella coordenada que coincide con dichas coordenadas de localización de entrantes o salientes y con dichas coordenadas de elementos de temperatura.

40 6. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque tras la detección de defectos en dicho palé (11), un sistema de presentación de información genera tantas etiquetas como defectos se han detectado en el palé (11) y engancha cada etiqueta en la ubicación del defecto en el palé (11).

45 7. Sistema adaptado para llevar a cabo un método, según las reivindicaciones 1 a 6, que comprende:
 - al menos una cámara óptica (21) y/o al menos un láser (12) adaptados para llevar a cabo una captura de datos dimensionales de dicho palé (11);
 - un módulo de procesamiento de datos adaptado para:
 • procesar los datos obtenidos en el proceso de captura obteniendo un mapa tridimensional de dicho palé (11);
 50 • procesar los datos de dicho mapa tridimensional para determinar al menos coordenadas de localización de entrantes o salientes de dicho palé (11) correspondientes a defectos por reparar;
 caracterizado porque comprende:
 - un sistema (1) de calentamiento basado en inducción electromagnética adaptado para llevar a cabo el calentamiento de dicho palé (11);
 55 - al menos una cámara de infrarrojos adaptada para capturar al menos una imagen térmica de dicho palé (11) previamente calentado;
 - un módulo de procesamiento de imágenes térmicas adaptado para procesar la imagen térmica y obtener coordenadas de elementos en dicho palé (11) de temperatura más elevada;
 - un módulo de procesamiento de datos adaptado para procesar conjuntamente dichas coordenadas de localización y dichas coordenadas de elementos de temperatura y detectar defectos en el palé (11).

60 8. Sistema, según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho sistema (1) de calentamiento comprende:
 - una fuente primaria de alimentación alterna adaptada para alimentar dicho sistema (1) de calentamiento a partir de una conexión a la red eléctrica;
 65 - al menos un rectificador (14) conectado a dicha fuente primaria de alimentación adaptado para transformar la corriente alterna suministrada por dicha fuente primaria de corriente continua;

- al menos un subconjunto (121, 122, 123) de bobinas adaptado para calentar al menos una intersección entre tablonos longitudinales (111, 112, 113) y tablonos transversales (114, 115, 116) de un palé (1);
- al menos un convertidor (131, 132, 133) de corriente continua a corriente alterna conectado a la salida del rectificador (14) y adaptado para suministrar corriente alterna a al menos un subconjunto (121, 122, 123) de bobinas;
- un controlado lógico programable (15) conectado al menos a un convertidor (131, 132, 133) y al menos a un rectificador (14) adaptado para controlar dicho sistema (1) de calentamiento.

9. Sistema, según las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque dicho palé (11) por inspeccionar se dispone orientado en la dirección de su eje longitudinal con respecto a la entrada del sistema (1) de calentamiento.

10. Sistema, según las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque dicho sistema (1) de calentamiento dispone una serie de subconjuntos (121, 122, 123) de bobinas, un subconjunto (121, 122, 123) por cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11), de manera que cada subconjunto (121, 122, 123) de bobinas pueda llevar a cabo un calentamiento por inducción electromagnética de las intersecciones de un mismo tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11).

11. Sistema, según las reivindicaciones 7 y 10, caracterizado porque se dispone una cámara de infrarrojos por cada subconjunto (121, 122, 123) de bobinas de cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11), de manera que cada cámara de infrarrojos puede llevar a cabo una captura de al menos una imagen térmica respectivamente de las intersecciones de cada tablón longitudinal (111, 112, 113) de dicho palé (11) previamente calentado.

12. Sistema, según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho convertidor de corriente (131, 132, 133) está basado en una topología de tipo inversor de medio puente resonante que comprende dos transistores de tipo MOSFET y que dicho convertidor (131, 132, 133) está conectado en su salida a un tanque resonante formado por un transformador de acoplamiento (18) y unas series de condensadores (16) dispuestos en serie con un subconjunto (121, 122, 123) de bobinas y porque dicho convertidor (131, 132, 133) está controlado por un circuito de control (17).

13. Sistema, según las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado porque comprende adicionalmente un sistema de presentación de información conectado a la salida del sistema de detección de fallos en los palés (11) adaptado para generar tantas etiquetas como defectos se han detectado en el palé (11) y para enganchar cada etiqueta en la ubicación del defecto en el palé (11).

14. Sistema, según las reivindicaciones 8 y 10, caracterizado porque dicho subconjunto (121, 122, 123) de bobinas comprende al menos dos bobinas de tipo circular (4) adyacentes una con la otra.

15. Sistema, según las reivindicaciones 8 y 10, caracterizado porque dicho subconjunto de bobinas comprende al menos dos bobinas de tipo hexagonal (3) adyacentes una con la otra.

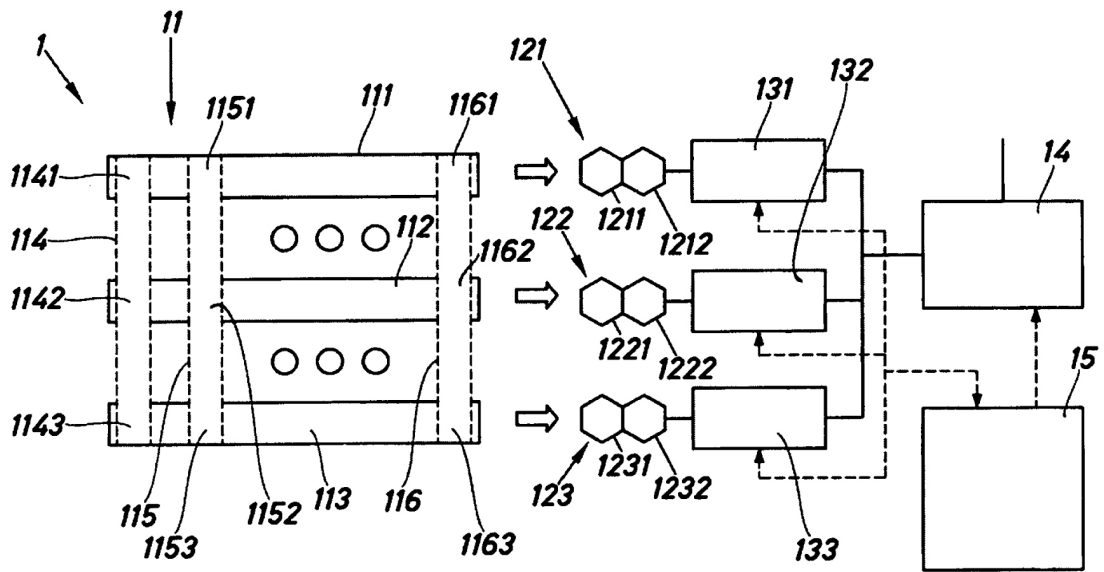


Fig.1

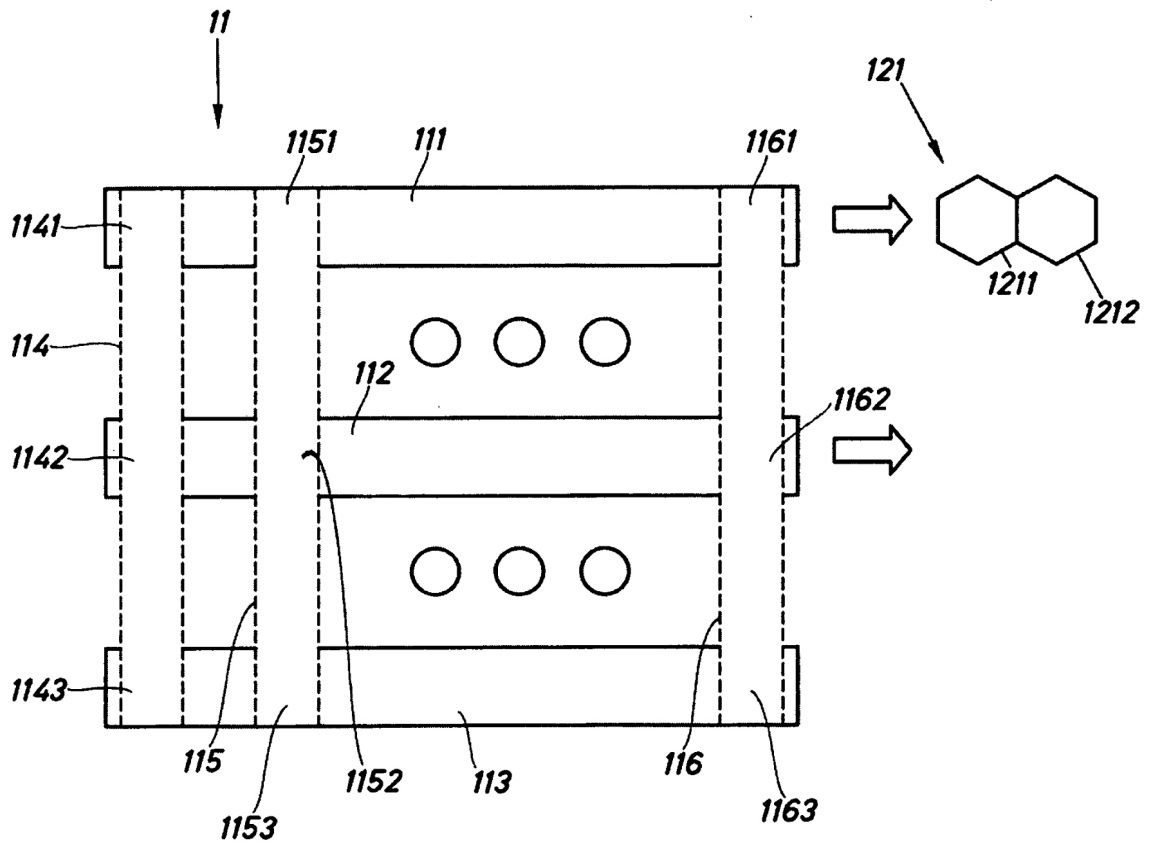


Fig.2

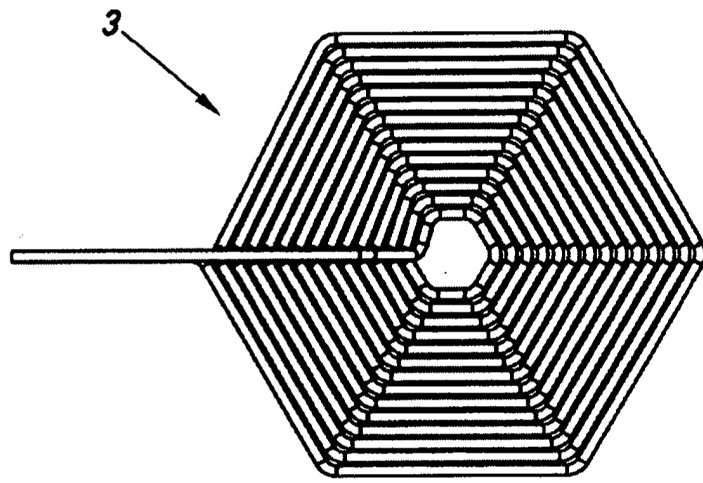


Fig.3

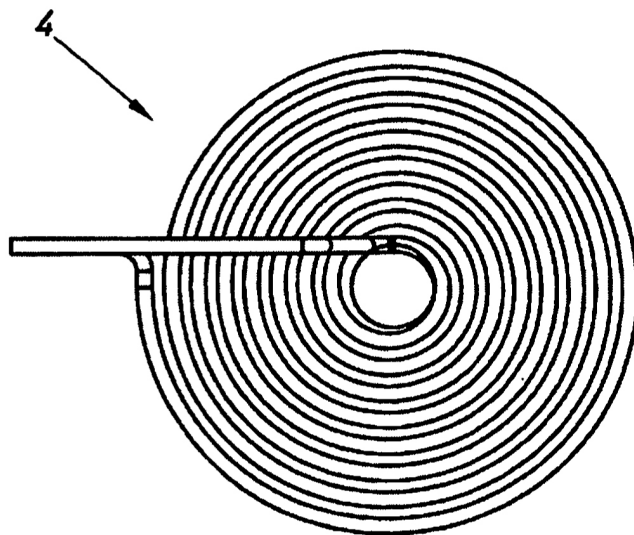


Fig.4

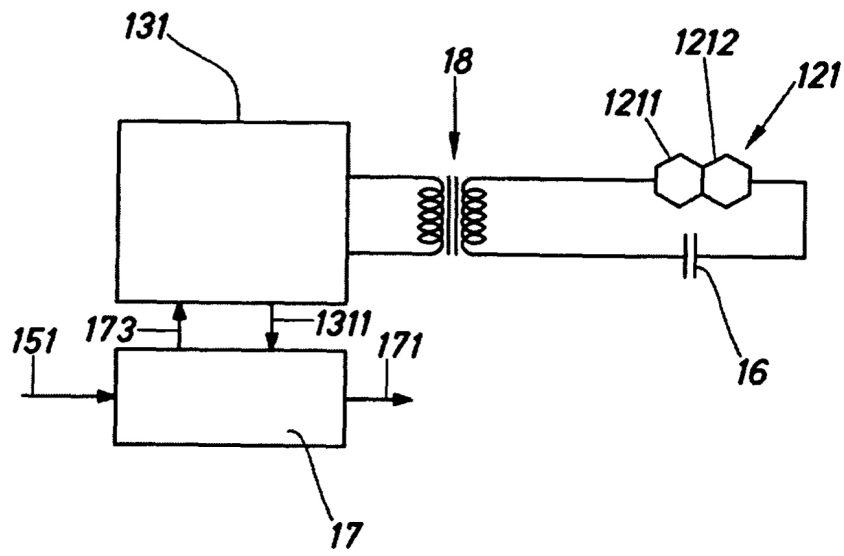


Fig.5

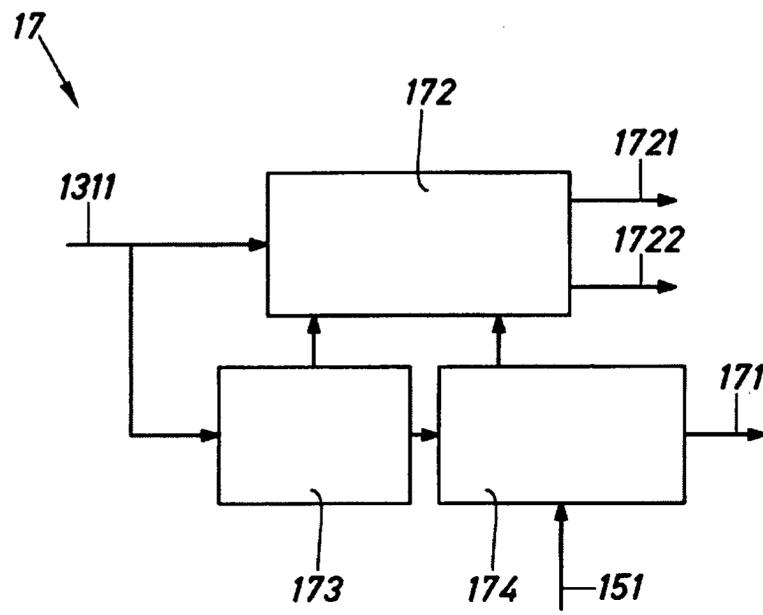


Fig.6

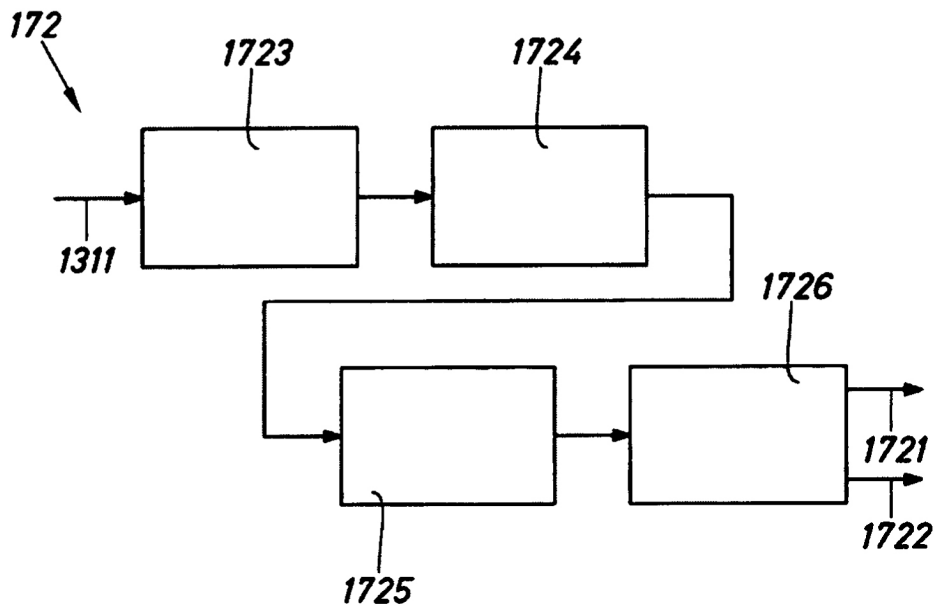


Fig. 7

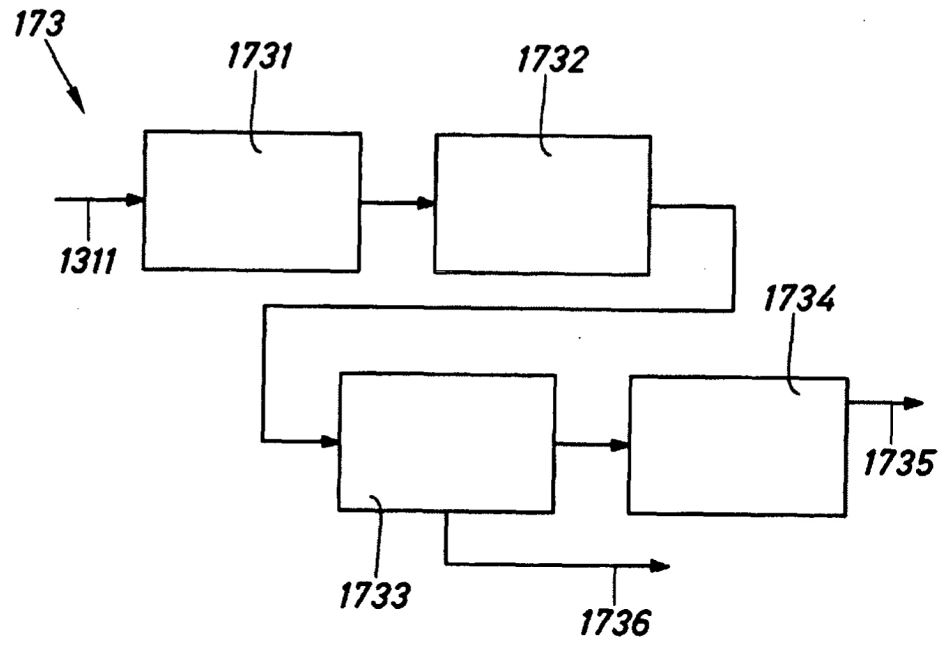


Fig.8

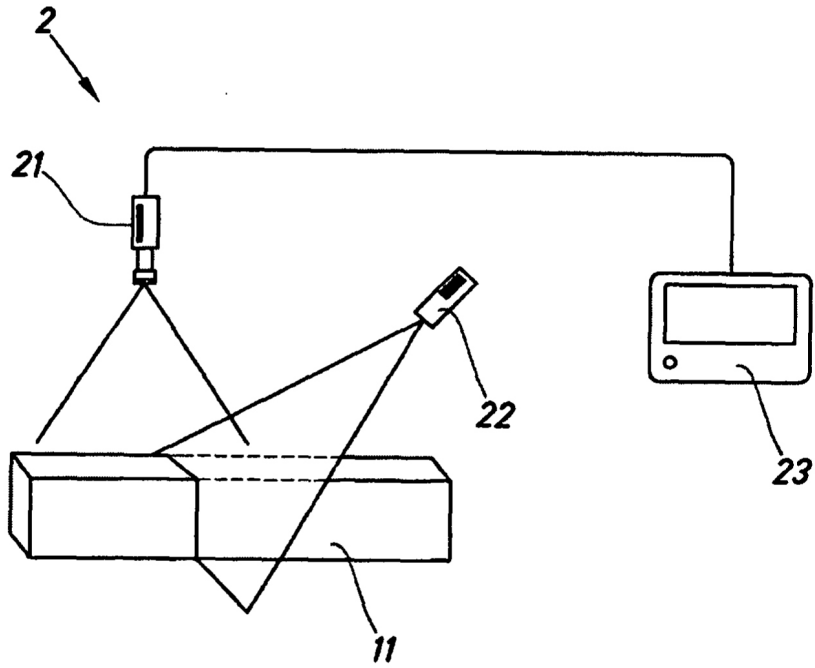


Fig.9

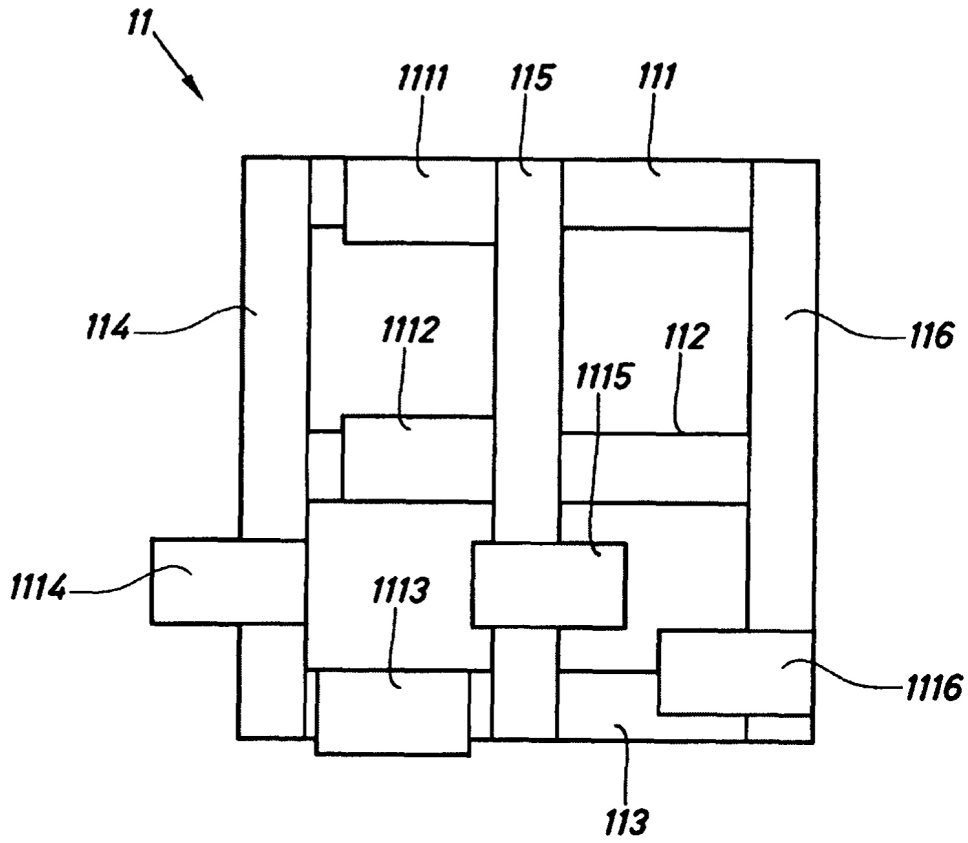


Fig.10