

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 910 145**

51 Int. Cl.:

B29C 70/38 (2006.01)
G01B 11/30 (2006.01)
G01N 21/00 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)
G01N 21/3563 (2014.01)
G01N 21/88 (2006.01)
G01N 21/84 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2019** **E 19199931 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022** **EP 3628473**

54 Título: **Procedimiento y equipo para determinar defectos en materiales fibrosos**

30 Prioridad:

28.09.2018 DE 102018124079

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

11.05.2022

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E.V. (100.0%)
Linder Höhe
51147 Köln, DE**

72 Inventor/es:

MEISTER, SEBASTIAN

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 910 145 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y equipo para determinar defectos en materiales fibrosos

5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar defectos en un material fibroso preimpregnado de un material fibroso compuesto, tendido sobre una herramienta para fabricar un componente fibroso compuesto. La invención se refiere igualmente a una instalación de colocación de fibras para colocar material fibroso sobre una herramienta para fabricar un componente fibroso compuesto.

10 Debido a la resistencia y a la rigidez específicas por unidad de peso de componentes fibrosos compuestos, fabricados a partir de materiales fibrosos compuestos, tales componentes son indispensables en la técnica aeroespacial, así como en el sector del automóvil. En la fabricación de un componente fibroso compuesto se endurece un material matricial infundido en un material fibroso, usualmente sometiénolo a temperatura y a presión y forma así, tras endurecerse, una unidad integral con el material fibroso. Las fibras de refuerzo del material fibroso se fuerzan así a colocarse en la

15 dirección predeterminada y pueden soportar las cargas que se presentan en la dirección predeterminada.

Los materiales fibrosos compuestos a partir de los cuales se fabrican tales componentes fibrosos compuestos tienen por lo general dos componentes principales, que son por un lado un material fibroso y por otro un material matricial. Junto a los mismos pueden utilizarse además otros componentes secundarios, como por ejemplo materiales aglutinantes o

20 elementos funcionales adicionales, que han de integrarse en el componente. Además de materiales fibrosos secos, que se infunden con el material matricial en un proceso de infusión subsiguiente, se utilizan también a menudo materiales fibrosos ya preimpregnados (los llamados prepregs), en los que el material fibroso está ya preimpregnado con el material matricial. Entonces ya no es necesario por lo general un subsiguiente proceso de infusión. Antes de endurecer el material matricial, se introduce por lo general el material fibroso en una herramienta conformadora, que con la

25 superficie conformadora de su herramienta reproduce la posterior forma del componente.

Para fabricar componentes estructurales a gran escala, como por ejemplo cubiertas de alas de aviones comerciales, se utilizan procesos automatizados de colocación de fibras, para optimizar el proceso de colocación, en los cuales, con la ayuda de una instalación fabril y al menos un cabezal de colocación de fibras de la instalación fabril, se oprime sobre la

30 herramienta un material fibroso aportado al cabezal de colocación de fibras, tendiéndose así el mismo. En la tecnología llamada Fiber Placement (colocación de fibras) se tienden por ejemplo materiales fibrosos preimpregnados por bandas sobre la herramienta conformadora con ayuda de un tal cabezal de colocación de fibras. El cabezal de colocación de fibras está dispuesto entonces sobre un robot y puede moverse respecto a la herramienta conformadora. De esta manera pueden colocarse finalmente las distintas bandas de fibras sobre la superficie de la herramienta. En la

35 tecnología Fiber Placement se colocan a la vez sobre la herramienta varias bandas de material pequeñas, usualmente ocho, dieciséis o treinta y dos, las llamadas tows (no trenzadas). Contrariamente a ello, en la tecnología Fiber Tape Laying (colocación de cinta de fibras) se tienden usualmente bandas de fibras anchas (también llamadas tapes), por lo general de 150 mm, 300 mm ó 600 mm de anchura con un grosor de varias décimas de milímetro con ayuda del

40 cabezal de colocación de fibras sobre la herramienta conformadora.

Con ayuda de los cabezales de colocación de fibras y de los materiales fibrosos, se fabrican entonces en la herramienta conformadora laminados de fibras, también llamados preformas de fibras, en los cuales al final aún no se ha realizado el proceso de endurecimiento del material matricial. Tales laminados de fibras forman así el componente en un estado

45 primario, antes del endurecimiento del material matricial.

Tales laminados de fibras, precisamente en componentes estructurales a gran escala, están compuestos con cierta frecuencia por varias capas individuales, que en función del sector de aplicación del componente, pueden tener también más de cien capas. Para garantizar una elevada calidad del componente, ha de minimizarse el número de faltas en el proceso que se produzcan al colocar el material fibroso (por ejemplo tapes o tows), o impedirse por completo. La

50 aparición de faltas en el proceso y/o desviaciones en la fabricación con una gran influencia negativa sobre la resistencia de la estructura del componente, deben detectarse en lo posible por completo en el proceso y dado el caso corregirse.

En la práctica es conocida y está ampliamente difundida la inspección manual. En función del tamaño del laminado, de la disponibilidad de colaboradores, así como de la frecuencia de los defectos dentro de una capa de laminado, se

55 necesitan en promedio unos quince a treinta minutos para examinar el tendido de una capa de laminado en cuanto a desviaciones en la fabricación. Bajo desviaciones en la fabricación se entienden aquí errores en la colocación, que en el posterior componente fabricado pueden originar defectos y debilitaciones de la estructura. En cubiertas de alas de aviones de corta distancia, el número de capas de laminado individuales puede ser de hasta cuatrocientas, de lo que resultan entre seis mil y doce mil minutos de parada de la instalación por cada componente de la instalación atribuibles

60 a la inspección manual de la instalación automatizada. Igualmente depende muy fuertemente la inspección por parte de un operario del nivel de experiencia y además no es cualitativamente suficiente en la medida que en realidad exigirían las tolerancias de fabricación. Como ejemplo, se indica una distancia admisible entre dos bandas de material de un milímetro, que cualitativamente sólo puede examinarse utilizando medios auxiliares y con todo, sólo haciéndolo en

65 puntos clave.

- Por ello, para mejorar la verificación cualitativa de los laminados de fibras, se desarrollaron sistemas de detección según la técnica de mediciones, tal como los conocidos por ejemplo por los documentos DE 10 2013 112 260 A1, DE 10 2013 104 545 A1, así como DE 2013 104 546 A1 de la firma del solicitante. En la captación según la técnica de mediciones, se detectan defectos de productos semiacabados de fibras y/o materiales fibrosos tendidos sobre una superficie de una herramienta, confeccionándose mediante un procedimiento óptico de proyección de luz, en el que el material fibroso tendido se ilumina con una fuente de luz desde un primer ángulo y se capta la luz reflejada en la superficie de la fibra desde otro ángulo, un perfil de alturas de la superficie del producto semiacabado de fibras, que a continuación se examina y analiza con ayuda de una unidad de evaluación de imágenes. A partir de los perfiles de altura, pueden detectarse los defectos en los materiales fibrosos tendidos, precisamente debido a la desviación característica de las distintas faltas en el proceso. Entonces puede estar previsto entre otros que la determinación del perfil de alturas se realice con ayuda del procedimiento de sección de luz, así como de la determinación de defectos a partir de esos perfiles de altura a continuación del proceso de colocación, con lo que pueden detectarse inmediatamente desviaciones de fabricación de materiales fibrosos tendidos en ese momento (por ejemplo, bandas de materiales fibrosos tendidas en ese momento).
- De esta manera es posible una captación mediante técnica de medición de desviaciones de fabricación (por ejemplo errores de colocación) a continuación del proceso de colocación, para obtener un sistema de aseguramiento de la calidad postconectado. Así pueden detectarse faltas y dado el caso corregirse. Además es posible documentar la fabricación del componente.
- No obstante, se ha comprobado que cuando se utilizan materiales fibrosos preimpregnados, los llamados prepregs, una captación mediante técnica de medición de desviaciones de fabricación con ayuda de un procedimiento de proyección de luz no aporta en determinadas condiciones la exactitud de medición ni la tasa de detección requeridas. La razón de ello es el hecho de que sobre la superficie de los materiales prepreg se encuentran a menudo depósitos de materiales matriciales y/o residuos de tales materiales matriciales, que generan un comportamiento de retrorreflexión muy complejo de los materiales fibrosos prepreg sobre la superficie. Estos depósitos de material matricial generan un comportamiento difuso y un comportamiento de retrorreflexión muy difícil de aprovechar, con lo que los datos de imagen tomados con ayuda de una cámara tradicional son muy difíciles de analizar en cuanto a posibles defectos de forma automatizada.
- El documento US 2004/0031567 A1 muestra un procedimiento para comprobar la superficie de materiales fibrosos tendidos mediante un sistema de cámara y una unidad de alumbrado, debiendo ser posibles aquí tomas en la zona de los infrarrojos.
- El documento US 2007/0271064 A1 da a conocer un sistema similar, pero en el que se proyecta oblicuamente una línea de láser sobre el material fibroso y se capta con una cámara. Se trata aquí más o menos de una clase de sensor de sección de luz láser, con el que han de detectarse defectos en base a una desviación de la línea láser respecto a una línea recta.
- Es por lo tanto objetivo de la presente invención especificar un procedimiento mejorado y un equipo mejorado, con el que puedan detectarse de forma automatizada y segura en cuanto al proceso defectos de materiales fibrosos preimpregnados tendidos sobre una herramienta.
- El objetivo se logra con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, así como con la instalación de colocación de fibras de acuerdo con la reivindicación 8.
- Según la reivindicación 1, se propone un procedimiento para determinar defectos en un material fibroso preimpregnado (prepregs) de un material fibroso compuesto tendido sobre una herramienta para fabricar un componente fibroso compuesto, habiéndose tendido el material fibroso primeramente sobre una herramienta o herramienta conformadora. Por lo general se tienden entonces materiales fibrosos casi continuos, como por ejemplo tapes o tows, con ayuda de una instalación de colocación, formándose con cierta frecuencia el componente a partir de varias capas individuales de materiales fibrosos así tendidos. Cada capa de fibras individual debería entonces examinarse en cuanto a defectos, para evitar defectos en el posterior componente.
- Así es concebible por ejemplo que el material fibroso se tienda sobre una herramienta conformadora con ayuda de un cabezal de colocación de fibras dispuesto sobre un robot, alimentándose el cabezal de colocación de fibras continuamente con el material fibroso casi continuo. El cabezal de colocación de fibras se mueve entonces, en base al control del robot, a lo largo de una trayectoria predeterminada para la banda, para colocar el material fibroso con forma de banda a lo largo de la trayectoria predeterminada.
- Con ayuda del presente procedimiento, deben detectarse así en particular defectos que aparecen en la colocación de fibras en el material fibroso ya tendido, como por ejemplo inclusiones de aire, cuerpos extraños, huecos entre bandas de material fibroso contiguas y similares, que ocasionalmente ya no podrían corregirse en un momento posterior.
- Según la invención se propone al respecto que la superficie del material fibroso correspondiente al material fibroso preimpregnado tendido se capte mediante al menos dos sensores de imagen de un equipo registrador de imágenes en

- un espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible, para generar datos digitales de imagen de la superficie del material fibroso. Una tal toma en un espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible o bien de la luz visible puede ser por ejemplo el espectro de longitudes de onda de los rayos infrarrojos y/o el espectro de longitudes de onda de los rayos ultravioleta. Mediante la captación de la superficie del material fibroso con los sensores de imagen en el espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible se generan por lo tanto datos digitales de imagen de la superficie del material fibroso, que a continuación se conducen a una unidad de evaluación. Adicionalmente pueden archivar los datos digitales de imagen así captados para documentar posteriormente el componente y para una memoria digital de datos.
- La captación de la superficie del material fibroso en el espectro de longitudes de onda fuera de la luz visible genera entonces datos de imagen, que representan la intensidad de retroreflexión en el correspondiente espectro y por lo tanto se convierten correspondientemente. Los datos de imagen generados pueden en consecuencia contener por ejemplo valores de gris, correspondiendo a cada valor de gris en los datos de imagen generados un valor de registro correspondiente en el espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible. Alternativamente puede generarse también una imagen de falso color, en la que cada valor cromático en el valor de registro de datos de imagen corresponde a una toma de la superficie del material fibroso en el espectro de ondas fuera de la luz visible.
- Con ayuda de la unidad de evaluación se analizan los datos digitales de imagen así generados al captar la superficie del material fibroso, para poder determinar defectos en el material fibroso preimpregnado tendido. Entonces puede realizarse por ejemplo una evaluación de la imagen, para detectar por ejemplo discontinuidades en los datos de imagen digitales u otras propiedades características que permiten deducir que hay un defecto.
- Los inventores han detectado al respecto que los depósitos de material matricial y/o residuos de material matricial que se encuentran sobre los materiales fibrosos preimpregnados tienen una capacidad calorífica diferente de la de las fibras y un comportamiento en cuanto a retroreflexión del calor diferente, con lo que los residuos sobre los materiales prepreg permiten no obstante una evaluación para detectar defectos. Fuera del espectro visible, tienen por lo tanto los materiales fibrosos y los materiales matriciales un comportamiento diferente entre sí en cuanto a reflexión y a retroreflexión, lo cual puede aprovecharse para diferenciar los residuos de material matricial que se encuentran sobre el prepreg de las fibras del material fibroso y así poder reconocer los correspondientes puntos distintivos característicos (como por ejemplo defectos). Por el contrario, en el espectro visible de la radiación electromagnética, en determinadas condiciones no siempre puede garantizarse esto con seguridad en el proceso debido al comportamiento de retroreflexión difuso.
- El espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible está definido entonces, según la presente invención, fuera de las longitudes de onda entre 400 nm y 750 nm. En otras palabras, según el procedimiento de acuerdo con la invención se capta la superficie del material fibroso mediante al menos dos sensores de imagen en un espectro de longitudes de onda fuera de las longitudes de onda entre 400 nm y 750 nm.
- Con preferencia se capta la superficie del material fibroso mediante el equipo registrador de imágenes en un espectro de longitudes de onda en la gama de radiación de los infrarrojos y/o en la gama de longitudes de onda en la gama de la radiación ultravioleta.
- Como defecto en el sentido de la presente invención se detectan entonces en particular escalones, solapes, intersticios, desechos, ondulaciones, inclusiones de aire, cuerpos extraños, desprendimientos de material, acumulaciones de material y/o faltas en el material. Como ya se ha indicado, se detectan de acuerdo con la invención en los datos digitales de imagen tomados, mediante un reconocimiento de imágenes realizado en la unidad de evaluación, los correspondientes depósitos o residuos de material matricial sobre el material fibroso preimpregnado tendido, para poder delimitar los mismos por ejemplo frente al material fibroso. Pero la detección de los depósitos y/o residuos de material matricial puede utilizarse también como información de posición, tal como se expondrá posteriormente.
- Según la invención, se toman además primeros datos de imagen mediante un primer sensor de imagen del equipo registrador desde una primera dirección de toma y al menos segundos datos de imagen mediante un al menos segundo sensor de imagen del equipo registrador procedentes de una segunda dirección de toma distinta de la primera dirección de toma, con lo que se capta una zona de captación correspondiente o bien una zona de captación común de dos direcciones de toma diferentes. Con ayuda de un tal sistema multicámara resulta entonces posible generar una información tridimensional de una superficie correspondiente a la superficie de material fibroso captada en base a los primeros y segundos datos digitales de imagen captados, mediante lo cual puede mejorar claramente la detección de defectos. Así pueden generarse informaciones en 3D de la superficie de material fibroso captada, que resulta solamente de las distintas direcciones de toma de ambos sensores de imagen que aportan imágenes. Puesto que ambos sensores de imagen del equipo registrador para captar la superficie del material fibroso, precisamente cuando se trata de componentes grandes, se mueven respecto a la superficie del material fibroso (por ejemplo a continuación del proceso de colocación), han de sincronizarse los primeros datos de imagen del primer sensor de imagen con los segundos datos de imagen del segundo sensor de imagen, para que los datos de imagen captados muestren también la misma zona de captación. Para ello puede pensarse que ambos sensores de imagen se sincronicen mediante una unidad de sincronización en el tiempo para captar los datos de imagen de forma tal que los mismos capten siempre una imagen en el correspondiente instante discreto de sincronización.

Debido al hecho de que tales sensores de imagen sincronizados son relativamente costosos, existe también la posibilidad de superponer posteriormente los datos de imagen no sincronizados tomados por el primer y el segundo sensor de imagen, tal que un punto de imagen correspondiente de los primeros datos de imagen se corresponda con el respectivo punto de imagen de los segundos datos de imagen. Ello es así ya que, debido al movimiento y a la captación no sincronizada, puede suceder que la captación de una primera imagen se realice en un instante anterior o posterior a la captación de la segunda imagen del segundo sensor de imagen, con lo que ambas imágenes ya no coinciden exactamente.

Pero para llevar entonces a superponer ambos datos digitales de imagen tomados desde diferentes direcciones de toma, se necesita una correspondiente información de posición dentro de los datos digitales de imagen tomados, en base a la cual la unidad de evaluación puede superponer ambas imágenes tomadas y/o datos digitales de imagen.

Mediante la detección de los depósitos y/o residuos de material matricial, lo que resulta debido al distinto comportamiento de estos materiales en cuanto a retrorreflexión en el espectro de longitudes de onda no visible, puede lograrse la posibilidad de generar una tal información de posición, ya que esos residuos y/o depósitos tienen una forma casi aleatoria y así la forma y la disposición de los distintos residuos en combinación son únicos y característicos de una determinada zona de la imagen. Los residuos y/o depósitos de resina se detectan entonces en los primeros datos de imagen y en los segundos datos de imagen tal que, debido a la forma y disposición característica, pueden utilizarse los mismos para superponer ambas imágenes digitales del primer sensor de imagen y del segundo sensor de imagen. En consecuencia, estas zonas características de los residuos y/o depósitos de material matricial son visibles como información de posición, para así poder superponer los datos digitales de imagen tomados procedentes de diversas direcciones e instantes de forma automatizada mediante una detección de imagen de la unidad de evaluación.

Los sensores de imagen del equipo registrador se mueven o desplazan entonces, según la presente invención, ventajosamente durante la captación de la superficie de laminado de fibras respecto al mismo. Evidentemente también es concebible mover el laminado de fibras respecto a un equipo registrador fijo. Importante es, en definitiva, que precisamente cuando se trata de grandes componentes resulte un movimiento relativo entre laminado de fibras y los sensores de imagen, para poder captar así la superficie completa del material fibroso y en particular poder generar la información tridimensional de superficie correspondiente a la superficie completa.

En consecuencia, es muy especialmente ventajoso que los datos digitales de imagen se capten y generen directamente a continuación de un tendido de fibras. Para ello puede pensarse en que los sensores digitales de imagen estén dispuestos fijos en el cabezal de colocación de fibras, estando así orientados en la dirección de la superficie de la herramienta de forma tal que directamente tras la colocación del material fibroso pueda captarse el material fibroso mediante los sensores de imagen. Así pueden detectarse defectos inmediatamente y dado el caso corregirse.

Para mejorar el comportamiento de retrorreflexión, es entonces ventajoso irradiar la superficie del material fibroso preimpregnado tendido con radiación electromagnética con longitudes de onda fuera del espectro visible, por ejemplo con rayos infrarrojos o con rayos ultravioleta.

El objetivo se logra por lo demás también de acuerdo con la invención con la instalación de colocación de fibras de acuerdo con la reivindicación 8, estando diseñada la instalación de colocación de fibras para llevar a cabo el procedimiento tal como antes se ha descrito.

La invención se describirá a modo de ejemplo en base a las figuras adjuntas. Se muestra en:

figura 1 representación esquemática de la instalación fabril de acuerdo con la invención para fabricar un componente fibroso compuesto;

figura 2 representación esquemática de los residuos característicos de la resina sobre la superficie de las fibras.

La figura 1 muestra esquemáticamente de forma muy simplificada los elementos esenciales de una instalación fabril para fabricar un laminado de fibras 17. La instalación fabril 10 tiene primeramente al menos una unidad de colocación de fibras 11 robotizada, que tiene un automatismo de movimiento 12 en varios ejes, en el que está dispuesto un cabezal de colocación de fibras 13 como actuador final. Al cabezal de colocación de fibras 13 se le aporta mediante un cargador de fibras 14 un material fibroso 15 con continuidad durante el proceso de tendido, el cual se coloca a continuación sobre una herramienta conformadora 16 correspondiente, para fabricar el material fibroso 17. Tendiendo de forma continua el material fibroso 15 sobre la herramienta conformadora 16, puede fabricarse así sobre la herramienta 16 el laminado de material fibroso 17, que por lo general puede estar compuesto por varias capas individuales de materiales fibrosos. Con ayuda del cabezal de colocación de fibras 13 pueden entonces colocarse por bandas tapes o tows como material fibroso 15.

Con ayuda de un sistema de control 18, con el que la unidad de colocación de fibras 11 robotizada se encuentra en contacto mediante comunicación, se mueve el cabezal de colocación de fibras 13 mediante la unidad de colocación de fibras 11 robotizada tal que el material fibroso 15 se coloca en las posiciones predeterminadas sobre la herramienta conformadora 16.

En el cabezal de colocación de fibras está previsto un equipo registrador 19, que esquemáticamente se indica como perteneciente al cabezal de colocación de fibras 13.

El equipo registrador 19 tiene para ello dos sensores de imagen 20a y 20b, que están diseñados para captar datos digitales de imagen de la superficie del material fibroso en un espectro de longitudes de onda fuera de la luz visible.

Cuando se desplaza el cabezal de colocación de fibras 13 con ayuda de la unidad de colocación 11 robotizada respecto a la herramienta conformadora 16 para colocar el material fibroso 15, se mueve, debido a la colocación fija de los sensores de imagen 20a y 20b, igualmente a la vez con el cabezal de tendido de fibras 13, con lo que mientras se colocan las fibras progresivamente también puede captarse la superficie de material fibroso correspondiente al material fibroso preimpregnado ya colocado.

El equipo registrador 19 se encuentra entonces conectado comunicativamente con una unidad de evaluación 21 y transmite los datos digitales de imagen captados por el equipo registrador 19 a la unidad de evaluación 21.

Ambos sensores de imagen digitales 20a y 20b del equipo registrador 19 están dispuestos entonces en el cabezal de colocación de fibras 13 de forma tal que los mismos captan la superficie del material fibroso tendido desde distintas direcciones de toma y distinta distancia entre sí en cada caso. Además, ambos sensores de imagen 20a y 20b no se sincronizan entre sí, por lo que los instantes discretos de la respectiva toma de una imagen pueden ser diferentes entre ambos sensores de imagen. La unidad de evaluación 21 puede tener una memoria de datos digitales 22, en la que para realizar la documentación se almacenan y archivan los datos digitales de imagen captados por el equipo registrador 19.

La figura 2 muestra en una representación esquemática la superficie de un material prepreg tendido, en el que se han detectado depósitos de resina característicos en base a la captación en el espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible mediante la unidad de evaluación. Mediante la utilización de al menos dos sensores de imagen que aportan imágenes en una orientación definida y a una distancia definida entre sí, puede generarse una información tridimensional de la superficie del material fibroso, a partir de la cual a continuación pueden identificarse los correspondientes defectos. No obstante, para ello es necesario que ambas imágenes, que fueron tomadas tanto por el primer como también por el segundo sensor de imagen, se superpongan, tal que un punto de imagen de la primera imagen también se corresponda con el respectivo punto de imagen de la segunda imagen. Debido al movimiento del cabezal de colocación de fibras, así como a una falta de sincronización en el tiempo, esto no siempre se da. Mediante la identificación de los residuos y/o depósitos de material matricial, tal como se muestra en la figura 2 y que pueden identificarse en base a la captación de la superficie del material fibroso en el espectro de longitudes de onda fuera de la luz visible, pueden superponerse ambas imágenes individuales del primer sensor de imagen y del segundo sensor de imagen.

Ello es así ya que se detectó que los residuos y depósitos de material matricial sobre la superficie de material fibroso son característicos en cuanto a la forma y frecuencia de forma tal que los mismos pueden utilizarse como información de posición en el cálculo de una información tridimensional de la superficie a partir de dos imágenes individuales.

En consecuencia se detectan tanto en la primera imagen individual b_1 como también en la segunda imagen individual b_2 los depósitos y/o residuos 30, superponiéndose a continuación ambas imágenes individuales b_1 y b_2 conociendo los depósitos 30 detectados.

Lista de referencias

10	instalación de colocación de fibras
11	unidad de colocación de fibras robotizada
12	autómata de movimiento
13	cabezal de colocación de fibras
14	depósito de material fibroso
15	material fibroso
16	herramienta conformadora
17	laminado de fibras
18	control de la instalación
19	equipo registrador
20a, 20b	sensores de imagen digitales
21	unidad de evaluación
22	memoria digital de datos
30	depósitos/residuos de material matricial
b_1	primera imagen individual
b_2	segunda imagen individual

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar defectos en un material fibroso (15) preimpregnado de un material fibroso compuesto, tendido sobre una herramienta para fabricar un componente fibroso compuesto, incluyendo el procedimiento las siguientes etapas:
 - Captar la superficie de material fibroso correspondiente al material fibroso (15) preimpregnado tendido mediante al menos dos sensores de imagen (20a, 20b) de un equipo registrador de imágenes (19) en un espectro de longitudes de onda fuera del espectro visible, para generar datos digitales de imagen de la superficie del material fibroso y
 - determinar un defecto en el material fibroso (15) preimpregnado tendido en función de los datos digitales de imagen de la superficie del material fibroso captados mediante el equipo registrador (19) por medio de una unidad de evaluación (21),
 en el que se toman primeros datos de imagen mediante un primer sensor de imagen (20a) del equipo registrador (19) desde una primera dirección de toma y al menos segundos datos de imagen mediante un al menos segundo sensor de imagen (20b) del equipo registrador (19) procedentes de una segunda dirección de toma distinta de la primera dirección de toma, a partir de los primeros datos de imagen y de los segundos datos de imagen se confecciona una información tridimensional de una superficie correspondiente a la superficie del material fibroso mediante la unidad de evaluación (21) y se determina un defecto en función de la información confeccionada sobre la superficie mediante la unidad de evaluación (21), detectándose en los datos digitales de imagen tomados, mediante un reconocimiento de imágenes realizado en la unidad de evaluación (21), depósitos (30) de material matricial sobre el material fibroso (15) preimpregnado tendido y superponiéndose mediante la unidad de evaluación (21) los primeros datos de imagen y los segundos datos de imagen en función de depósitos (30) de material matricial característicos contenidos en los primeros datos de imagen y en los segundos datos de imagen, confeccionándose a continuación la información tridimensional de una superficie correspondiente a la superficie del material fibroso en función de los datos digitales de imagen superpuestos.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la superficie del laminado de fibras se capta mediante el equipo registrador (19) de imágenes en un espectro de longitudes de onda fuera de las longitudes de onda entre 400 nm y 750 nm.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la superficie del laminado de fibras se capta mediante el equipo registrador de imágenes (19) en un espectro de longitudes de onda en la gama de radiación de los infrarrojos y/o porque la superficie del laminado de fibras se capta mediante el equipo registrador de imágenes (19) en un espectro de longitudes de onda en la gama de la radiación ultravioleta.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se detectan como defectos escalones, solapes, intersticios, desechos, ondulaciones, inclusiones de aire, cuerpos extraños, desprendimientos de material, acumulaciones de material y/o faltas en el material.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque durante la captación de la superficie del material fibroso
 - los sensores de imagen del equipo registrador (19) se desplazan respecto a la superficie del material fibroso y/o
 - el material fibroso (15) tendido se mueve respecto a los sensores de imagen.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los sensores de imagen del equipo registrador (19) se mueven a continuación con un cabezal de colocación de fibras (13) de una instalación de colocación de fibras (10) mientras se coloca el material fibroso (15) respecto al material fibroso (15) ya tendido.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la superficie de material fibroso correspondiente al material fibroso (15) preimpregnado tendido, se irradia con radiación electromagnética con longitudes de onda fuera del espectro visible.
8. Instalación de colocación de fibras (10) para colocar material fibroso (15) sobre una herramienta para fabricar un componente fibroso compuesto, teniendo la instalación de colocación de fibras (10) un equipo registrador (19) con al menos dos sensores de imagen (20a, 20b) y una unidad de evaluación (21) y está diseñada para realizar el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

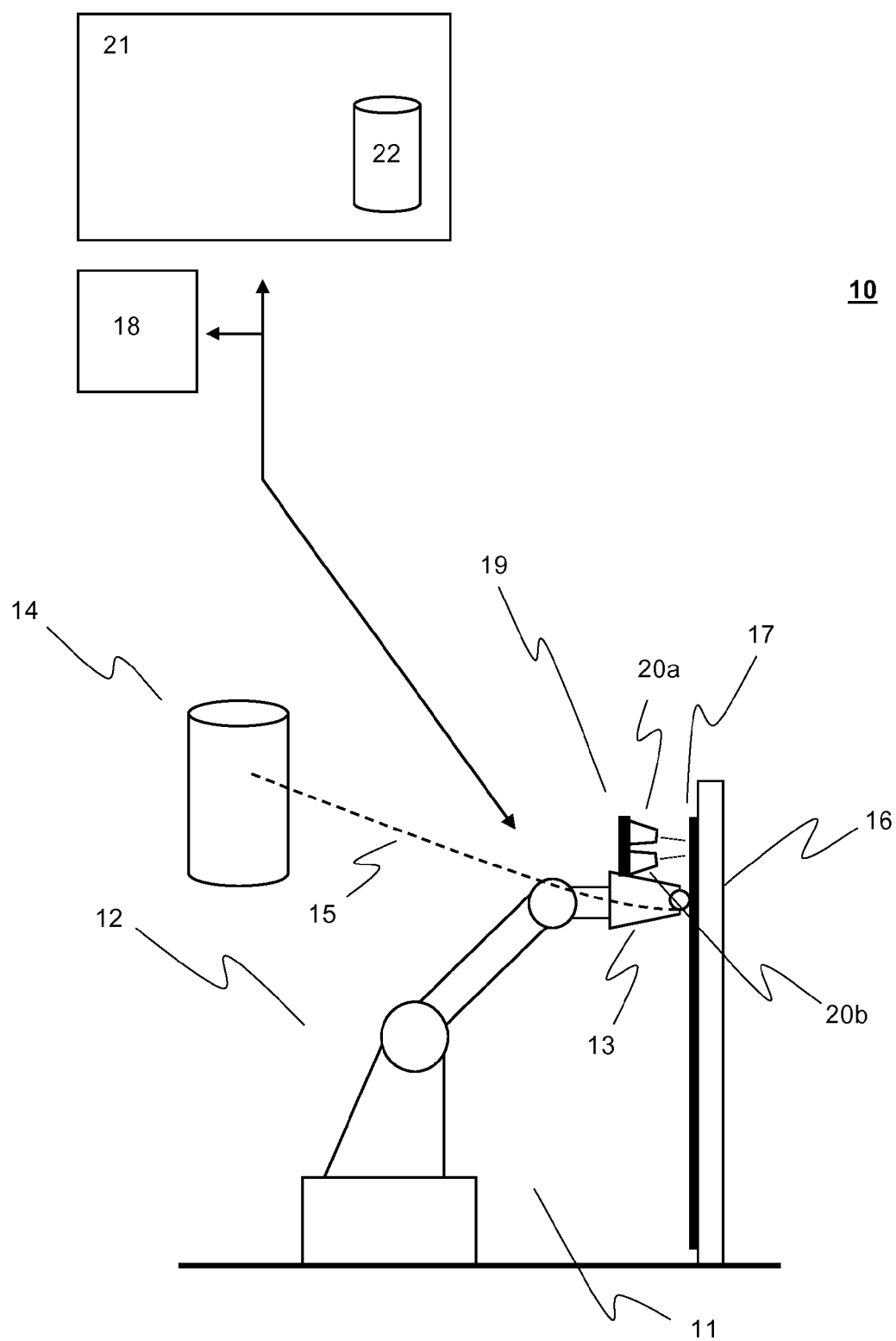


Fig 1

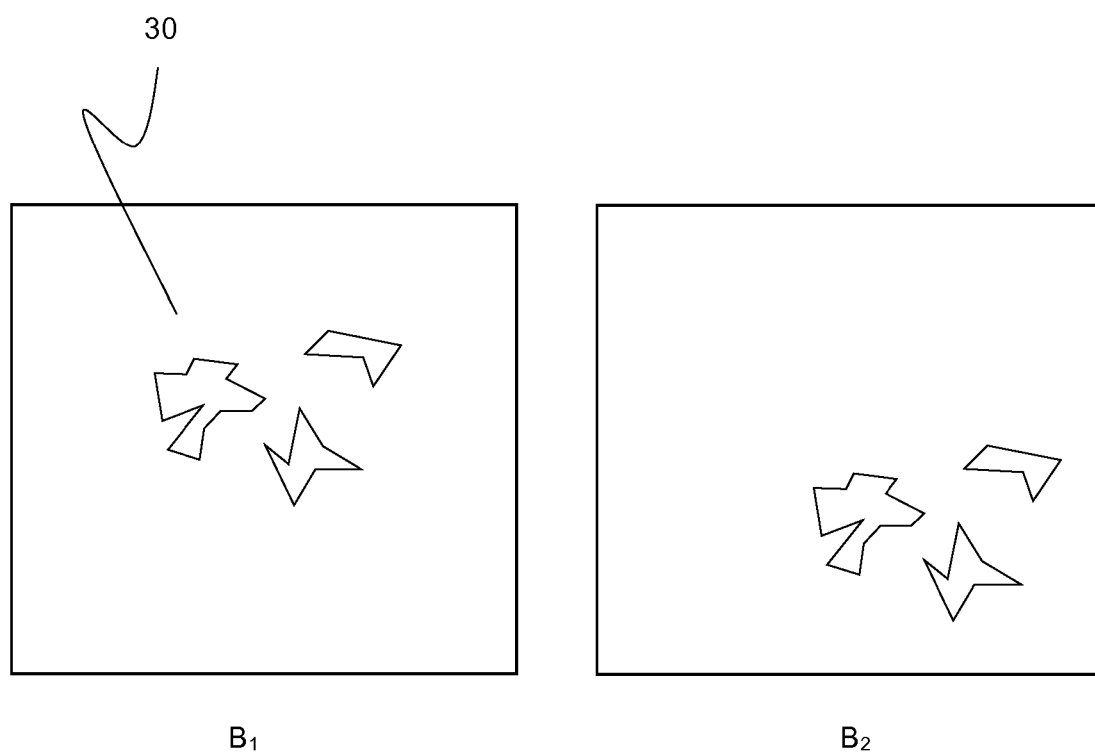


Fig 2