

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 007**

51 Int. Cl.:

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 3/32 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2014 E 14174592 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 2821771**

54 Título: **Método de ensayo**

30 Prioridad:

02.07.2013 DE 102013212884

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

07.11.2019

73 Titular/es:

WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)

Borsigstrasse 26

26607 Aurich, DE

72 Inventor/es:

HESSE, INGO

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 730 007 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 de ensayo

5 La invención se refiere a un método de ensayo para la determinación de una propiedad de material específica de un cuerpo de muestra, usando el cuerpo de muestra una muestra oblonga de un compuesto de plástico reforzado con fibras de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 En aplicaciones técnica se usan distintos compuestos de plástico reforzados con fibras. A este respecto, los compuestos de plástico reforzados con fibras se componen de fibras y una matriz correspondiente, que se ocupa de mantener unido el compuesto necesariamente. El perfil de propiedades de estos compuestos de plástico reforzados con fibras se determina, junto a la selección de fibras y material de matriz, mediante la orientación de las fibras en el género textil plano. Los materiales que aparecen en el compuesto presentan la mayoría de las veces propiedades funcionales, que están ligadas a la finalidad con vistas a su campo de uso. Para las propiedades del material o
 15 componente compuesto obtenido tienen importancia las propiedades de material, eventualmente también las propiedades geométricas de los componentes individuales. Los componentes compuestos presentan la mayoría de las veces las propiedades que representan un comportamiento optimizado de la pieza moldeada bajo la acción de las cargas. Las propiedades pueden estar asociadas a una cierta resistencia o una cierta rigidez o una cierta dilatación con vistas a las solicitaciones mecánicas aplicadas.

20 La condición previa para el componente compuesto de plástico reforzado con fibras es que bajo la acción de las cargas el comportamiento del compuesto represente una optimización respecto a los componentes individuales. El desarrollo aspira a que se optimicen las propiedades requeridas en combinación con la vida útil, a fin de resistir una sollicitación cíclica, de muchos años.

25 Un ejemplo de ello es un componente reforzado con fibras correspondiente de una pala de rotor de una instalación de energía eólica. Las palas de rotor están construidas en general de fibras correspondientes, es decir, principalmente fibras de vidrio y/o de carbono, en un material de matriz laminado de tipo resina. Estas fibras están orientadas en general en o a lo largo del eje longitudinal de la pala de rotor, en donde la orientación exacta de las
 30 fibras es muy difícil de controlar la mayoría de las veces en función del proceso de fabricación. En las palas de rotor de instalaciones de energía eólica se ejercen principalmente grandes acciones de las cargas. A este respecto, las palas de rotor deberían resistir tanto la sollicitación estática como también la sollicitación dinámica muy frecuente.

35 El ensayo de material reproduce en general escenarios de esfuerzos individuales en cuerpos de muestra normalizados. Debido a la fuerte dependencia direccional de las propiedades, los distintos tipos de esfuerzos se realizan con diferentes muestras o cuerpos de muestra a lo largo y transversalmente a la dirección principal de las fibras. Junto a la normalización internacional se describen ensayos en diferentes normas nacionales o regionales, como también en reglamentos propios de la empresa. De este modo resulta un amplio campo que describe alrededor de 20 métodos de examen genéricos.

40 El examen de componentes, fragmentos de la estructura y estructuras completas está orientado en general hacia los esfuerzos o las sollicitaciones, que aparecen durante el funcionamiento posterior. Tienen prioridad resistencias, absorción de energía, fatiga del material y estimación de vida útil. Debido a la sensibilidad direccional y a cizallamiento de los compuestos de fibras, las fuerzas de ensayo se deberían aplicar a ser posible en la dirección
 45 prevista. El error axial se designa como tracción oblicua y está sometido a límites estrechos. Los dispositivos de medición especiales se orientan en la forma y la dimensión del cuerpo de muestra y ofrecen dispositivos de apoyo y sujeción adicionales, a fin de evitar un fallo clásico debido a una tracción oblicua o un pandeo euleriano. La orientación se realiza en este caso a través de dispuestos de ajuste mecánicos. La introducción de fuerzas en el cuerpo de muestra se debería realizar en una gran superficie, lo que se consigue a través de elementos de
 50 introducción de fuerzas. Para ello son habituales los soportes de muestras, que trabajan según el principio de cuña o de tornillo en cuña. La orientación exacta se puede controlar en el caso sencillo con ayuda de una galga extensiométrica. Esta se aplica correspondientemente sobre el cuerpo de muestra y se verifica a través de la dilatación medida de la muestra.

55 La medición o la determinación de propiedades de material específicas con vistas a la mecánica para las palas de rotor o palas de rotor en instalaciones de energía eólica presupone una elevada acción de las cargas. Para la determinación de las propiedades de material necesarias deben actuar las fuerzas correspondientes sobre el cuerpo de muestra. Los dispositivos para la determinación se configuran la mayoría de las veces mediante apoyo de pandeo adicional, a fin de impedir un fallo del componente específico al dispositivo y al método de ensayo. El
 60 pandeo que aparece con frecuencia significa un fallo repentino o violento de los cuerpos de muestra y básicamente

no proporciona el resultado específico a la construcción para el compuesto de plástico reforzado con fibras correspondiente. Los apoyos de pandeo o dispositivos de sujeción colocados provocan que se garantice la orientación axial y se impida el pandeo, dado que fuerzas de compresión correspondientes actúan contra el momento de flexión que conduce al pandeo.

5

La Oficina de Patentes y Marcas Alemana ha investigado el siguiente estado de la técnica en la solicitud de prioridad: DE 10 2006 035 274 A1, DE 10 2010 002 131 A1 y DE 20 2012 008 324 U1.

10 En el artículo de PALANIVELU S ET AL: "Comparison of the crushing performance of hollow and foam-filled small-scale composite tubes with different geometrical shapes for use in sacrificial cladding structures". COMPOSITES PART B, volumen 41, n.º 6, 1 de septiembre de 2010 (2010-09-01), páginas 434-445, XP027150816 se describen tubos compuestos de vidrio/poliéster con espuma de poliuretano en el interior, que presentan por ello una mayor estabilidad frente a pandeo.

15 En el artículo de GUDEN M ET AL: "Effect of aluminum closed-cell foam filling on the quasi-static axial crush performance of glass fiber reinforced polyester composite and aluminum/composite hybrid tubes", COMPOSITE STRUCTURES, volumen 81, n.º 4, 25 de junio de 2007 (2007-06-25), páginas 480-490, XP022127664 se describe un método de ensayo usando un cuerpo de muestra, en donde el efecto de un llenado de espuma de aluminio de célula cerrada sobre la estabilidad frente al pandeo de un tubo compuesto de poliéster de tejido de vidrio y un tubo
20 híbrido compuesto de Al/poliéster se investiga de forma experimental. El preámbulo de la reivindicación 1 está formulado con vistas al artículo de GUDEN M ET AL.

La presente invención querría ofrecer una alternativa a la estructura de métodos de ensayo hasta ahora, dado que se puede falsear el resultado mediante la aplicación de los apoyos de pandeo. En este punto comienza la invención,
25 cuyo objetivo es ofrecer un método de ensayo que ofrezca una posibilidad simplificada de medir las cargas mecánicas o propiedades de material específicas en el rango de aceptación, en particular con un pequeño error de medición y también posibilitar habitualmente fuerzas mayores o sollicitaciones mayores que hasta ahora. En particular un cuerpo de muestra le debe dar la estabilidad necesaria a un componente, a fin de copiar o reproducir las acciones de las cargas y estados de sollicitación reales. Además, el cuerpo de muestra debe posibilitar un
30 método de ensayo comparablemente simplificado, que refleje las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una pala de rotor de una instalación de energía eólica sin fallo típico condicionado por el experimento.

La invención parte de un cuerpo de muestra para la determinación de una propiedad de material específica de un compuesto de plástico reforzado con fibras al actuar una sollicitación mecánica.

35

Según la invención está previsto que un núcleo interno esté introducido en un compuesto con el plástico reforzado con fibras, en donde el núcleo interno está ensanchado en un eje transversal respecto a la carga mecánica, de manera que el compuesto con núcleo interno presenta una estabilidad frente al pandeo mayor que un cuerpo de comparación como el compuesto sin núcleo interior, y que el núcleo interior está configurado de manera que una
40 influencia en la magnitud de material específica a determinar del compuesto de plástico reforzado con fibras se sitúa en un rango de aceptación. Un cuerpo de comparación como el compuesto sin núcleo interno tiene en particular una cantidad de fibras igual, en particular con la orientación de la cantidad de fibras del compuesto y/o una fracción de volumen igual de un compuesto de plástico reforzado con fibras.

45 El concepto de la invención conduce a un método de ensayo de la reivindicación 1.

La invención parte de la consideración de que un cuerpo de muestra, según se usa actualmente en el estado de la técnica, ha probado su eficacia básicamente, no obstante, presenta debilidades condicionadas por el sistema; esto también incluye el método de ensayo. La invención ha reconocido que el cuerpo de muestra está ajustado de
50 manera mejorada de forma más compacta y sin embargo específica geométricamente y se puede estabilizar frente a influencias que falsean el experimento. Según la invención está previsto que el núcleo interior esté ensanchado en un eje transversal respecto a la carga mecánica, de manera que el compuesto con núcleo interno presenta una estabilidad frente a pandeo mayor que un compuesto sin núcleo; en particular el cuerpo de comparación, como el compuesto sin núcleo interno, tiene una misma cantidad de fibras y/o fracción de volumen del compuesto de plástico
55 reforzado con fibras que el compuesto con núcleo interno. En este caso la sección transversal según la invención resulta ser especialmente ventajosa, dado que esta se ensancha mediante el núcleo interno, y se consigue una estabilidad frente a pandeo más elevada. La mayor sección transversal impide, en el caso de grandes momentos de flexión o elevadas acciones de las cargas, el fallo mecánico debido a una flexión repentina para el desvío de las cargas a introducir. Una seguridad frente al pandeo se pudo conseguir en el estado de la técnica mediante la
60 colocación de guías exteriores. En cuestión se consigue una seguridad frente al pandeo mediante los parámetros

geométricos propios del componente solicitado. Para la fuerza de pandeo se toma por base un momento de inercia plano axial de la sección transversal, a fin de conseguir una resistencia a pandeo mayor. Depende del tipo de esfuerzo y la longitud del cuerpo de muestra correspondiente, así como la forma de sección transversal del cuerpo de muestra. Según la invención está previsto adicionalmente que este núcleo interior, que ensancha la sección transversal del cuerpo de muestra, esté configurado de manera que una influencia en la propiedad de material específica a determinar del compuesto de plástico reforzado con fibras se sitúa en un rango de aceptación, concretamente rango de error de medición. Esta característica inventiva retoma la idea de que un núcleo adicional puede modificar todo el componente compuesto con vistas a la propiedad de material a medir. En este caso se tiene en cuenta que hay materiales que tienen una pequeña influencia en un compuesto o una que no se puede medir.

5 Esto se usa para la presente invención, en tanto que se introduce un núcleo interior que tiene una influencia tan pequeña sobre la propiedad de material específica a determinar que la propiedad de material asociable a ella se sitúa por debajo del rango de error.

Mediante la presente invención se pueden aplicar grandes cargas que representan la sollicitación real p. ej. de una instalación de energía eólica, sin utilizar medios exteriores de técnica de ensayo, a fin de obtener un resultado de nivel correspondiente. La invención confiere una posibilidad de fabricar un compuesto que compense los errores de los métodos de ensayo mediante una sección transversal mayor, la cual impide el pandeo bajo sollicitaciones. Se usan materiales que no influyen en las propiedades de material a medir o se sitúan dentro del rango de aceptación, en particular del rango de error de medición. Este método posibilita una medición que presenta, por un lado, una menor envergadura de error y pequeñas deficiencias y, por otro lado, simplifica claramente la medición de los compuestos de plástico reforzados con fibras. Mediante el núcleo interno como estabilización interna se consigue sólo una resistencia al pandeo más elevada, pero no significa una envoltura como en el estado de la técnica hasta ahora, o estabilización que puede influir más fuertemente de forma biaxial en la medición de la propiedad de compuesto de material. Adicionalmente se pueden seguir más fácilmente las grietas o propagaciones de grietas en el caso de sollicitación dinámica y fatiga del material incipiente y la propagación de grietas no se ralentiza por los dispositivos de apoyo exteriores y su derivación de fuerzas.

15
20
25

Ha resultado ser especialmente ventajoso que el núcleo interior limite el comportamiento de flexión sensible de los compuestos de plástico reforzados con fibras y las resistencias medidas a tracción y compresión se puedan corresponder con las orientaciones axiales del compuesto de fibras y puedan optimizar correspondientemente la prueba de ensayo. La introducción de fuerza en el cuerpo de muestra se puede realizar ahora gracias a la orientación axial, sin necesitar la orientación axial elevada requerida anteriormente. El cuerpo de muestra posibilita con ello una prueba de ensayo utilizable, que puede reflejar el fallo del componente, sin presentar los errores del método de ensayo a esperar como un pandeo.

30
35

Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención se pueden deducir de las reivindicaciones dependientes e indican en detalle posibilidades ventajosas, para implementar el concepto explicado en el marco del planteamiento, así como con vistas a otras ventajas.

En un perfeccionamiento preferido está previsto un núcleo interior del cuerpo de muestra, que representa una capa interior del sistema de capas. Por consiguiente, este perfeccionamiento ofrece una introducción del núcleo interior en el material de fibras, que está configurado de tipo estera o malla, de modo que el núcleo se puede insertar en esta configuración de tipo estera, sin modificar de forma decisiva las dimensiones geométricas y las propiedades específicas orientadas a las fibras. Este perfeccionamiento posibilita una medición observando de forma unívoca el fallo de los compuestos de plástico reforzados con fibras correspondientes a lo largo de las fibras, dado que este sistema de capas ventajoso puede representar claramente la fatiga de grieta dentro de los compuestos de plástico reforzados con fibras en la sección transversal. Además, este perfeccionamiento es el procedimiento pragmático y simplificado para la fabricación de un cuerpo de ensayo. Los materiales compuestos de fibras configurados de tipo estera pueden contener en este caso las dimensiones geométricas y sólo se engrosan respecto a un eje transversal, sin modificar sus desarrollos geométricos propios. Por consiguiente, se puede observar de forma especialmente ventajosa en este perfeccionamiento, si se modifican las propiedades del material en los distintos ejes y se pueden observar los crecimientos de tensión.

40
45
50

En un perfeccionamiento preferido está previsto un cuerpo de muestra, en donde el núcleo interno presente un plástico espumado. Este perfeccionamiento posibilita la introducción de un núcleo interno, que, debido a una composición de material y su proceso de fabricación, el espumado, y debido a su propiedad de material está configurado de manera que la influencia se situará en el rango de aceptación, y en particular rango de error de medición del método de ensayo. Para elevar la resistencia a pandeo y/o las cargas, en particular este plástico espumado puede presentar un material de relleno, que apoya adicionalmente el núcleo interno, pero no modifica la propiedad de material a medir del compuesto de plástico reforzado con fibras. En particular esto es válido para un

55
60

- cuerpo de muestra con un núcleo interno, en donde el núcleo presenta un plástico espumado con material de relleno. Esta resistencia al pandeo de las sustancias de relleno adicional se da en beneficio exclusivamente al núcleo interno. El material de relleno adicional posibilita además una resistencia a pandeo igual con menor sección transversal frente a un plástico espumado. Se puede seleccionar ventajosamente en función del proceso el material correspondiente que se usa para el núcleo interno. Siempre se debe tener en cuenta que las propiedades de material del núcleo interno deberían ser tan pequeñas que se deberían situar en el rango de aceptación, en particular rango de error de medición del método de ensayo. Por lo demás se produciría el problema de que una suma integral de las propiedades de material referido al cuerpo de ensayo no representaría las propiedades de material específicas reales de un compuesto de plástico reforzados de fibras.
- 10 Según la invención está previsto un cuerpo de muestra, en donde el cuerpo de muestra se puede describir con una geometría de muestra oblonga, rectangular, que presenta la dimensión exterior de al menos 0,5 cm de espesor, al menos 2 cm de anchura y al menos 20 cm de longitud. Esto se debe a los experimentos de carga mecánicos o métodos de ensayo mecánicos, que usan muestras oblongas la mayoría de las veces. En este caso se ha recurrido en particular a métodos de ensayo a tracción y compresión, a fin de describir la geometría de muestra. El método de ensayo correspondiente y su aparato de ensayo condicionan la geometría de la muestra ante todo en su anchura y espesor. En función de la longitud se puede originar el momento de flexión o la zona de estrechamiento. Para poder introducir fuerzas realistas debe estar garantizado un cierto espesor y anchura mínimos, que posibilita representar cargas realistas según el campo de uso. Para los compuestos de plástico reforzados con fibras es importante en este caso la geometría de muestra y la estructura de muestra, a fin de reflejar las zonas de sollicitación reales de los campos de aplicación correspondientes. La anchura es responsable de la distribución de cargas del dispositivo de fijación y es variable en función del método de ensayo y sus fuerzas aplicadas y condiciones experimentales correspondientes.
- 25 Según la invención está previsto un cuerpo de muestra, en donde la geometría de muestra presenta los extremos que convergen en una superficie, que están adaptados conforme a un aparato de fijación. Este perfeccionamiento tiene en cuenta por un lado el método de ensayo correspondiente y su aparato de fijación, por otro lado, el ensanchamiento funcional de la sección transversal mediante un núcleo interior con vistas a un momento de flexión determinado; en principio también pueden estar previstos otros extremos, p. ej. también secciones transversales que se ensanchan, o aquellas otras secciones transversales como redondas, ovales o poligonales. La sección transversal se debería ensanchar en la zona donde aparecen las acciones de las cargas máximas. El núcleo interno, según se reconoce por el perfeccionamiento, no se necesita la mayoría de las veces en los extremos, sino en las zonas de efecto de carga máximo. Estas aparecen preferiblemente en el centro de la muestra, cuando la acción de la carga se realiza de forma simétrica en dos extremos. Por consiguiente, debido a este perfeccionamiento se pueden usar configuraciones experimentales actuales y estas también sin fijaciones o anillos de sujeción exteriores adicionales. El núcleo interior, cuya introducción de propiedades de material se sitúa en el rango de aceptación, en particular rango de error de medición, no conlleva ventajosamente una modificación adicional del método de ensayo o del dispositivo de ensayo. Este perfeccionamiento conduce a una simplificación de los métodos de ensayo utilizados hasta ahora.
- 40 Según la invención está previsto que un compuesto de plástico reforzado con fibras presente al menos una galga extensiométrica. Esto refleja los métodos de ensayo hasta ahora. Sin embargo, aquí no existe una observación de la orientación axial, a fin de asegurar el método de ensayo. Pero en lugar de eso, mediante las galgas extensiométricas aquí se observan las modificaciones de las fibras, que por un lado permiten representar la distribución de la fuerza aplicada y por otro lado observar la fatiga del material. Estas galgas extensiométricas ahora se pueden colocar sobre el cuerpo de muestra para las acciones de las cargas dinámicas y estáticas a fin de observar la configuración experimental correspondiente con vistas a su realización axial.
- 50 En un perfeccionamiento preferido está previsto un cuerpo de muestra, en donde las sollicitaciones mecánicas se corresponden con una sollicitación a tracción y/o sollicitación a compresión. Este perfeccionamiento retoma los métodos de ensayo para plásticos reforzados con fibras con vistas a su campo de aplicación y como carga mecánica aplica la sollicitación a tracción o compresión, que solicitan correspondientemente este cuerpo de muestra mediante su compuesto de plástico reforzado con fibras con núcleo interno que estabiliza adicionalmente. A este respecto es necesario el cuerpo de muestra con una relación de geometría característica constante, a fin de poder representar el límite de sollicitación correspondiente en el caso de mismas condiciones de experimento y diferentes materiales y poder representar las diferencias con misma sollicitación en el caso de mismos compuestos de plástico reforzados con fibras, pero diferentes secciones transversales o diferentes orientaciones de fibras. El cuerpo de muestra posibilita además en el caso de sollicitaciones a tracción o compresión una elevada estabilidad respecto al estrechamiento actual de la sección transversal o del pandeo. La sustancia de relleno no falseará en este caso el resultado, dado que se sitúa en el rango de aceptación, en particular rango de error de medición correspondiente de

la condición experimental correspondiente.

En un perfeccionamiento preferido está previsto un cuerpo de muestra, en donde las sollicitaciones mecánicas se corresponden con una sollicitación dinámica. Este perfeccionamiento es debido eventualmente a que en la realidad en los componentes con compuestos de plástico reforzados con fibras se aplican la mayoría de las veces fuerzas dinámicas. Estas fuerzas dinámicas tienen una influencia clara en la vida útil de un componente y su resistencia. El presente cuerpo de muestra posibilita aplicar sollicitaciones dinámicas, sin representar errores de medición o deficiencias precoces debidas a fallos por pandeo, que influyen negativamente en la valoración del compuesto de plástico reforzado con fibras.

Según la invención está previsto un método de ensayo usando el cuerpo de muestra. Esto conduce a que el cuerpo de muestra se puede utilizar de manera que se pueden usar los métodos de ensayo conocidos hasta ahora y adaptarse a las condiciones a los campos de aplicación. En este caso son posibles tanto sollicitaciones dinámicas mayores como también estáticas mayores, dado que la probabilidad de deficiencias se reduce mediante el núcleo interno adicional y el resultado de ensayo presenta un rango de error de medición más pequeño. El método de ensayo se puede adaptar específicamente mediante el cuerpo de ensayo correspondiente y su geometría y usa las ventajas del cuerpo de muestra con núcleo interior correspondientemente. A este respecto, las propiedades de material específicas determinadas reflejan los compuestos de plástico reforzados con fibras correspondientes, sin falsearse mediante un elemento adicional como el núcleo interior.

Según la invención el cuerpo de muestra se usa para el examen de un compuesto de plástico reforzado con fibras de un componente de una instalación de energía eólica, concretamente de una pala de rotor. Esto se refiere a que ante todo aparecen sollicitaciones estáticas y dinámicas en las instalaciones de energía eólica, en particular en las palas de rotor. Por consiguiente, aquí se deberían aplicar métodos de ensayo especiales o métodos de ensayo exactos, a fin de poder reflejar las sollicitaciones estáticas y dinámicas correspondientes y poder representar las propiedades de material. El cuerpo de muestra ofrece la ocasión de modificar junto a la selección de material también el método de ensayo con vistas a las fuerzas más elevadas, que podría posibilitar un perfeccionamiento de las palas de rotor. Las fuerzas actuantes, que están limitadas actualmente de forma técnica experimental, ahora se pueden transferir a los valores reales, dado que se ha reducido la probabilidad de deficiencias, condicionada por la sección transversal demasiado estrecha. El cuerpo de muestra proporciona valores exactos y realistas del compuesto de plástico reforzado con fibras correspondiente para un método de ensayo para una pala de rotor correspondiente.

Ejemplos de realización de la invención se describen a continuación mediante el dibujo en comparación al estado de la técnica que está representado igualmente en parte. Esto no debe representar necesariamente decisivamente a los ejemplos de realización, mejor dicho, el dibujo, que es útil para la explicación, está realizado de forma esquemática y/o fácilmente distorsionada. Con vistas a las complementaciones de las enseñanzas reconocibles directamente del dibujo se remite al estado de la técnica especializado. A este respecto se debe tener en cuenta que se deben efectuar múltiples modificaciones referido a la forma y el detalle de una forma de realización sin desviarse de la idea general de la invención. Las características de la invención dadas a conocer en la descripción, en el dibujo y en las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto individualmente como también en cualquier combinación para el perfeccionamiento de la invención. Además, en el marco de la invención están incluidas todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, el dibujo y/o las reivindicaciones. La idea general de la invención no está limitada a la forma exacta o el detalle de la forma de realización preferida, mostrada y descrita a continuación o se restringe a un objeto, que estaría limitada en comparación al objeto mencionado en las reivindicaciones. En los rangos de dimensionamiento indicados también se deben dar a conocer valores situados dentro de los límites mencionados como valores límite y se pueden usar o solicitar a voluntad. Otras ventajas, características y particularidades de la invención se producen por la descripción siguiente de los ejemplos de realización preferidos, así como mediante los dibujos. En detalle, el dibujo muestra en la:

Fig. 1 una representación esquemática de la forma de muestra;

Fig. 2 una representación esquemática del cuerpo de muestra en un ejemplo de realización preferido;

Fig. 3 una representación esquemática de un dispositivo de sujeción para un método de ensayo en un ejemplo de realización preferido.

En la fig. 1 están representadas las dimensiones geométricas exteriores del cuerpo de muestra 1000 con núcleo interior 100 y compuesto de plástico reforzado con fibras exterior 200 mediante letras, en donde surge la impresión característica de una muestra oblonga rectangular. La longitud A, que debería presentar al menos 20 cm, es de

forma básicamente ventajosa claramente mayor que la anchura caracterizada por la letra B. El cuerpo de muestra tiene un espesor en la altura, caracterizada por la letra C, de la menos 0,5 cm. La muestra aquí representada representa el compuesto de plástico reforzado con fibras en forma de un cuerpo de muestra 1000, al que se recurre para poder reflejar las sollicitaciones mecánicas como p. ej. tracción o compresión. La propiedad de material específica determinada se puede representar mediante la geometría de muestra característica. A este respecto, la influencia de la geometría de muestra en el resultado correspondiente se produce en función de las condiciones de ensayo. El cuerpo de muestra 1000 aquí presente muestra el compuesto de plástico reforzado con fibras 200 representado típicamente, que en una orientación axial presentan una cierta longitud, por el contrario, en la de los otros ejes alturas más pequeña la mayoría de las veces.

10 En la fig. 2 se representa esquemáticamente un cuerpo de muestra 1000, en donde se ha modificado la geometría de muestra aquí característica, de manera que el núcleo interior 100 está representado frente al compuesto de plástico reforzado con fibras en el eje longitudinal 200. El compuesto de plástico reforzado con fibras está presente aquí como sistema de capas, que incluye el núcleo interior como capa interior. Los extremos correspondientes 10
15 convergen uno hacia otro y para el dispositivo de sujeción presentan correspondientemente sólo todavía el compuesto de plástico reforzado con fibras. El núcleo interior 100 aquí incorporado es un material adicional, que ensancha la sección transversal para las mediciones de sollicitación correspondientes, sin falsear el resultado del ensayo. La sección transversal sirve para conseguir una resistencia determinada a lo largo, a ser posible en paralelo, a la orientación de las fibras (eje A). Debido a este núcleo no se influye en la magnitud a medir, las
20 propiedades de material en la orientación axial del compuesto de plástico reforzado con fibras, sino que sólo se estabiliza frente al pandeo. La galga extensiométrica 300 aplicada en la superficie del cuerpo de muestra 1000 puede medir la modificación de las unidades de longitud debido a las cargas aplicadas.

En la fig. 3 está estilizado un dispositivo de ensayo 2000 en forma de un aparato de fijación atacante, que actúa axialmente por dos lados. El cuerpo de muestra 1000 está sujeto en este caso en ambos extremos en el aparato de fijación del banco de ensayo 2100 y experimenta una sollicitación dirigida, que se distribuye en el componente, de modo que el núcleo interior puede contrarrestar deficiencias como pandeo o adelgazamiento de la sección transversal. Las fuerzas aplicadas conforme al método de ensayo pueden ser en este caso cargas estáticas como tracción o tensiones de compresión o sollicitaciones dinámicas. Preferentemente las configuraciones experimentales
30 para los compuestos de plástico reforzados con fibras, que se usan en una instalación de energía eólica, en particular en una pala de rotor, están estilizadas con el dispositivo de ensayo.

Lista de referencias

35	10	Extremos del cuerpo de muestra
	100	Núcleo interior
	200	Compuesto de plástico reforzado con fibras
	300	Galga extensiométrica
	1000	Cuerpo de muestra
40	2000	Dispositivo de ensayo
	2100	Aparato de fijación

REIVINDICACIONES

1. Método de ensayo para la determinación de una propiedad de material específica de un cuerpo de muestra
- 5
- usando un cuerpo de muestra (1000) de una muestra oblonga de un compuesto de plástico reforzado con fibras (200) de una pala de rotor de una instalación de energía eólica, en donde el cuerpo de muestra (1000) tiene una longitud (A) a lo largo de un eje longitudinal y una sección transversal con una anchura (B) y un espesor (C) en un eje transversal y en donde el cuerpo de muestra (1000) presenta el compuesto de plástico reforzado con fibras (200)
 - 10 y un núcleo interior, en donde
 - se determina la propiedad de material específica del compuesto de plástico reforzado con fibras (200), concretamente en tanto que una carga mecánica, estática o dinámica de una sollicitación a tracción y/o sollicitación a compresión a lo largo del eje longitudinal del cuerpo de muestra (1000) actúa en un aparato de fijación (200) de un
 - 15 dispositivo de ensayo (2000) en una medición en el cuerpo de muestra (1000) y se determina la propiedad de material específica, en donde
 - el núcleo interior (100) se introduce en un compuesto con el compuesto de plástico reforzado con fibras (200),
 - 20 **caracterizado porque**
 - la sección transversal de la muestra se ensancha debido al núcleo interior en el eje transversal respecto a la carga mecánica, de manera que el compuesto con el núcleo interior presenta una estabilidad de pandeo más elevada que un compuesto sin el núcleo interior, en donde
 - 25 - el cuerpo de muestra se puede describir con una geometría de muestra oblonga, esencialmente rectangular, y la geometría de muestra presenta una dimensión exterior de al menos 0,5 cm de espesor (C), al menos 2 cm de anchura (B) y al menos 20 cm de longitud (A), y
 - el compuesto de plástico reforzado con fibras presenta al menos una galga extensiométrica (300), y
 - 30
 - el núcleo interior (100) se configura de manera que es pequeña la influencia en la propiedad de material específica a determinar del compuesto de plástico reforzado con fibras, de manera que la propiedad de material a asociar al núcleo se sitúa en un rango de error de medición de la medición para la propiedad de material específica, en donde la sección transversal de la muestra se ensancha en el rango de acción de carga máxima en el centro de la muestra,
 - 35 y la geometría de muestra presenta extremos (10) que convergen en una superficie, que están adaptados conforme al aparato de fijación.
2. Método de ensayo según la reivindicación 1, en donde el núcleo interior (100) del cuerpo de muestra (1000) constituye una capa interior de un sistema de capas del compuesto de plástico reforzado con fibras.
- 40
3. Método de ensayo según la reivindicación 1 o 2, en donde el núcleo interior (100) del cuerpo de muestra (1000) presenta un plástico espumoso.
4. Método de ensayo (1000) según la reivindicación 3, en donde el núcleo interior (100) del cuerpo de muestra (1000) presenta un plástico espumado con material de relleno.
- 45

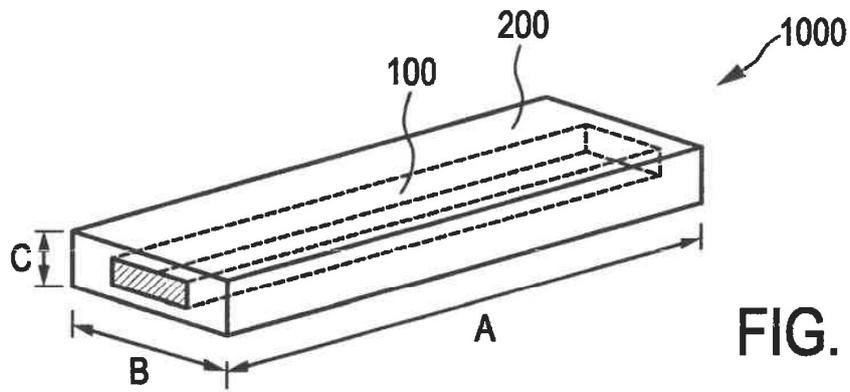


FIG. 1

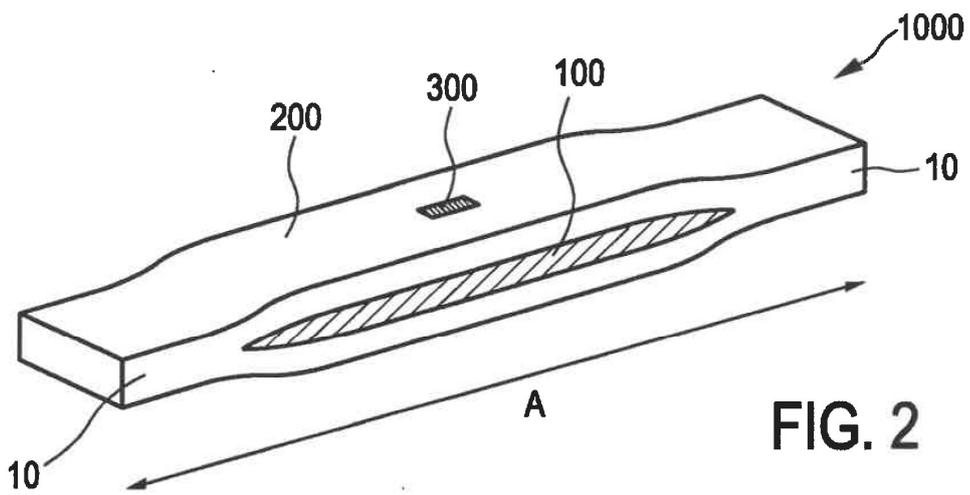


FIG. 2

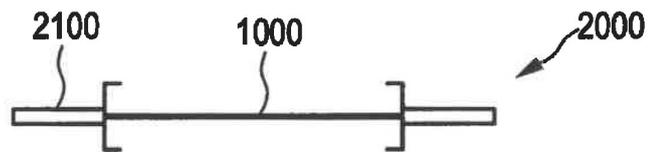


FIG. 3