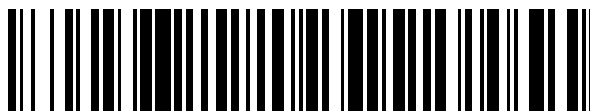


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 450**

51 Int. Cl.:

B32B 5/12 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
B32B 15/14 (2006.01)
B32B 27/18 (2006.01)
B32B 27/28 (2006.01)
B32B 27/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2012 PCT/US2012/049152**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13032620**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2012 E 12750648 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2750889**

54 Título: **Endurecimiento interlaminar de compuestos termoplásticos**

30 Prioridad:

29.08.2011 US 201161528561 P

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

02.07.2019

73 Titular/es:

**CYTEC TECHNOLOGY CORP. (100.0%)
 300 Delaware Avenue
 Wilmington, DE 19801 , US**

72 Inventor/es:

**ROGERS, SCOTT, ALFRED y
 PRATTE, JAMES, FRANCIS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 718 450 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

Endurecimiento interlaminar de compuestos termoplásticos

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

5 Esta solicitud reivindica la prioridad a la Solicitud provisional de EE.UU. núm. 61/528.561, presentada el 29 de agosto de 2011.

Antecedentes

10 Convencionalmente, los agentes de endurecimiento de compuestos termoplásticos se han añadido a sistemas de resina termoendurecible para conferir dureza y mitigar la fragilidad del material compuesto que estaría presente sin agentes de endurecimiento de compuestos termoplásticos. Por ejemplo, las partículas de endurecimiento de compuestos termoplásticos o agentes de endurecimiento de compuestos termoplásticos se han usado con compuestos estructurales para mejorar la dureza de sistemas con base de resina termoendurecible. En contraste con los sistemas de resina termoendurecible, los sistemas de resina termoplástica típicamente no se han reforzado con material de endurecimiento adicional, ya que se ha creído ampliamente que los sistemas termoplásticos tienen suficientes propiedades de dureza. Sin embargo, la industria aeroespacial y otras industrias han influido en el desarrollo evolutivo de los materiales compuestos necesitando rendimiento mejorado, por ejemplo, dureza mejorada del material termoplástico.

20 Uno de los muchos beneficios de los compuestos termoplásticos es la alta dureza de matriz que confiere el polímero. La región interlaminar es típicamente muy pequeña o inexistente en laminados consolidados que usan el estado actual de los preimpregnados de compuesto termoplástico de la técnica. Esta configuración puede permitir la transmisión más sencilla del impacto a la siguiente capa que amplía el área del daño.

Los laminados convencionales necesitan mejoras adicionales. Conferir dureza o rendimiento de compresión después del impacto (CAI) mejorados de un laminado consolidado sería un avance útil en la técnica y podría encontrar una rápida aceptación en las grandes industrias del transporte comercial y/o aeroespacial militar, entre otras industrias que necesitan materiales compuestos para tener éxito en medios exigentes.

25 Compendio de la invención

Se ha encontrado que aumentando el tamaño de la región interlaminar y el contenido de laminados termoplásticos, se mejora el rendimiento de compresión después de impacto (CAI). Además, para mejorar la dureza de CAI del laminado terminado, se necesita además abordar la debilidad residual en las regiones entre capas de la estructura.

30 Para abordar estos asuntos, algunas realizaciones en la presente memoria están dirigidas a una estructura de compuesto termoplástico consolidado o no consolidado que tiene al menos una capa estructural compuesta por fibras de refuerzo impregnadas con una matriz de resina termoplástica, y al menos una capa de endurecimiento en una superficie de la capa estructural. La capa de endurecimiento está configurada para crear una región interlaminar en un laminado compuesto y puede tomar la forma de una película polimérica, materiales fibrosos tejidos o no tejidos, partículas libres, una capa polimérica o velo no tejido con partículas de endurecimiento dispersas en él, malla metálica no impregnada o impregnada.

35 Una pluralidad de dicha capa estructural se acumula en una disposición de apilamiento de manera que hay una capa de endurecimiento situada entre dos capas estructurales adyacentes. Debido a esta configuración, la dureza de CAI del laminado compuesto, tras la consolidación, es mayor que el mismo laminado sin las capas de endurecimiento.

Breve descripción de los dibujos

40 La Figura 1 muestra la curva de DSC de un laminado de control formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™ DSE.

La Figura 2 muestra la DSC de un laminado mejorado formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™ DSE y capas de endurecimiento de vidrio.

45 La Figura 3 es una micrografía que muestra la región interlaminar del laminado de control formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz de APC™_Cypek™ DSE.

La Figura 4 es una micrografía que muestra la región interlaminar del laminado formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™ DSE y capas de endurecimiento de vidrio.

50 La Figura 5 es una micrografía que muestra la región interlaminar de un laminado formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de Cypek™ DSE y película de endurecimiento Cypek™ DSE.

Descripción detallada de la realización preferida

En contraste con los materiales compuestos convencionales que contienen sistemas de resina termoendurecida endurecidos con partículas o capas interlaminares que pueden estar reticuladas, la matriz de resina termoplástica para la capa estructural en la presente memoria no depende del reticulado con material de endurecimiento para formar una capa endurecida. En algunos aspectos, la capa de endurecimiento no funde o tiene una alta viscosidad de fusión a la temperatura de procesamiento, y por consiguiente, el material de endurecimiento no migra o se mezcla ampliamente en la resina de matriz termoplástica en la capa estructural reforzada con fibra. Como resultado, la resina de matriz termoplástica de la capa estructural reforzada con fibra forma un límite bien definido en la región interlaminar, que a su vez da por resultado una inter-película (o inter-capa) que proporciona un espaciado discreto entre capas estructurales adyacentes. En contraste, algunos compuestos con base de resina termoendurecida tienen una región interlaminar menos bien definida porque la capa endurecida puede formar una capa menos discreta debido al reticulado entre la resina y el material de endurecimiento. Los compuestos con base de resina termoendurecida tempranos sin agentes de endurecimiento tenían poca área interlaminar. Sin embargo, se han usado endurecedores en algunos compuestos con base de resina termoendurecible para crear la región entre capas. No obstante, los materiales de endurecimiento que pueden ser adecuados para los sistemas de resina termoendurecible pueden ser incompatibles con los sistemas de resina termoplástica. Específicamente, los compuestos con base de resina termoplástica, generalmente consolidan a temperaturas mayores que los compuestos con base de resina termoendurecida, y en algunos casos casi dos veces la temperatura de curado de la resina termoendurecida típica. Por consiguiente, los materiales de endurecimiento usados en los compuestos termoendurecibles que funden y potencialmente degradan térmicamente antes de la temperatura de procesamiento termoplástico podrían no ser compatibles.

La temperatura de procesamiento se refiere a las temperaturas de operación durante la laminación de las capas estructurales termoplásticas, que está típicamente en el intervalo de 20°C-40°C por encima del punto de fusión pico en un barrido de Calorimetría por barrido diferencial (DSC) para un polímero semi-cristalino, y 80°C-150°C por encima de la temperatura de transición al cristal (T_g) para un polímero amorfo.

El compuesto o laminado termoplástico en este contexto incluye una pluralidad de capas estructurales en una disposición de apilamiento, cada una compuesta por fibras de refuerzo impregnadas con una matriz de resina termoplástica. La matriz de resina incluye una o más resinas termoplásticas, como el componente principal. Por consiguiente, la matriz de resina tiene propiedades termoplásticas; sin embargo, la matriz de resina puede contener cantidades menores de aditivos tales como plastificadores, modificadores de la reología, cargas inorgánicas, etc. Por ejemplo, cargas inorgánicas particuladas tal como mica, sílice, carburo de silicio, nitruro de aluminio, nitruro de boro, óxido de aluminio pueden estar mezclados con la(s) resina(s) termoplástica(s). Según la invención, la resina termoplástica es poliariletercetona (PAEK). Las poliariletercetona (PAEK) son polímeros cristalinos y pueden incluir, aunque no están limitadas a, polietercetona (PEK), polieteretercetona (PEEK), polietercetona (PEKK) y polietercetona etercetona (PEKEK). Estas resinas termoplásticas tienen una dureza inherente, y por consiguiente, las resinas termoplásticas típicas no se han considerado de forma convencional un material que necesite endurecimiento. Esta dureza confiere buen rendimiento al impacto al laminado acabado. Sin embargo, se ha encontrado que las capas de endurecimiento pueden añadirse a compuestos termoplásticos para mejorar más las características de dureza. La dureza del compuesto puede medirse como rendimiento de Compresión después del impacto (CAI) usando el método de prueba ASTM D7136. En algunos ejemplos, puede obtenerse un rendimiento de CAI que excede los 344,74 MPa (50 KSI). Más específicamente, el rendimiento de CAI puede exceder los 379,21, 413,68, 448,16 o 482,63 MPa (55, 60, 65 o 70 KSI). Por ejemplo, los laminados formados por cintas unidireccionales CYPEK®-DS-E semi-cristalinas y capas de endurecimiento pueden proporcionar una CAI de 379,21 MPa (55 KSI). "Cinta unidireccional" se refiere a una capa de fibras impregnadas de resina, en la que las fibras están alineadas a lo largo de una dirección.

Los polímeros PAEK disponibles comercialmente incluyen APC-2® PEEK, CYPEK®-DSM o DSE o FC, y CYPEK®-HTE, que están todos disponibles comercialmente de Cytec Engineered Materials/Cytec Industries Inc. Cypek™ DSE, DSM, FC, HTE son grados poliméricos de PEKK de Cytec Industries Inc. DS significa especificación Declar, M significa moldeo. HTE significa extrusión a alta temperatura, y FC significa "cristalización rápida".

Materiales de endurecimiento

Las capas de endurecimiento pueden tomar la forma de películas poliméricas continuas o perforadas, materiales fibrosos tejidos o no tejidos, partículas libres, una capa polimérica que contiene partículas dispersas en ella, velo no tejido de fibras poliméricas dispuestas aleatoriamente que contienen partículas de endurecimiento dispersas en él, malla metálica no impregnada o impregnada. Los materiales adecuados para la capa de endurecimiento incluye: polímeros termoplásticos de alto punto de fusión y alto peso molecular; polímeros termoplásticos plastificados; polímeros de alto flujo; polímeros termoplásticos semi-cristalinos o de rápida cristalización; híbridos poliméricos de la resina de matriz; aleaciones multi-poliméricas; compuestos cerámicos tal como óxido o silicato de alúmina; metales

tales como cobre, plata, titanio, aluminio y aleaciones de los mismos; y combinaciones de cualquiera de los materiales anteriores.

5 La selección de los materiales o combinación de los materiales para las capas de endurecimiento depende de la configuración de la capa de endurecimiento y la matriz de resina termoplástica de la capa estructural reforzada con fibra. Para la película o velo polimérico que contiene partículas de endurecimiento, los materiales se seleccionan para crear un efecto sinérgico entre la película o velo polimérico y las partículas de endurecimiento en la región interlaminar.

10 "Polímero termoplástico de alto punto de fusión" se refiere a cualquier polímero termoplástico que tenga una temperatura de fusión (T_m) mayor que o igual a 280°C, como se mide por DSC, y una temperatura de procesamiento (T_{proceso}) mayor que o igual a 300°C.

"Polímero termoplástico de alto peso molecular" se refiere a un polímero que tiene un peso molecular promedio en número (PM) por encima de 10.000.

"Polímero de alto flujo" se refiere a polímeros con una viscosidad de fusión de menos que 600 Pa.s a una velocidad de cizalladura aparente de 10 s^{-1} a la temperatura de procesamiento de fusión, por ejemplo, Cypek™ DS-M a 340°C.

15 "Polímero semi-cristalino" se refiere a cualquier polímero termoplástico que presenta una exoterma de fusión, como se mide por DSC, por ejemplo, PEEK.

"Polímero de cristalización rápida" se refiere a polímeros termoplásticos semi-cristalinos que pueden alcanzar más de o igual a 15% de contenido cristalino tras enfriarse a 10°C/min o más, por ejemplo, PEEK.

"Polímero híbrido de la resina matriz" se refiere a un copolímero o polímero injertado al polímero de matriz base.

20 "Aleación multi-polimérica" se refiere a una mezcla polimérica compatible o incompatible de dos polímeros diferentes.

Polímero termoplástico plastificado se refiere a un polímero termoplástico que tiene plastificador mezclado en él. Un ejemplo es difenilsulfona mezclada en PEEK.

25 Para la capa termoplástica y el velo que contiene partículas de endurecimiento, las partículas incluyen microesferas tales como microgotas de vidrio o microesferas cerámicas (p.ej., Zeosferas). De forma alternativa, las partículas de endurecimiento pueden estar formadas de un polímero termoplástico diferente de la capa termoplástica o velo termoplástico en que están dispersas las partículas.

30 En ciertas realizaciones, pueden extrudirse dos o más materiales de endurecimiento, y después molerse para formar partículas. Estas partículas se ponen entonces en la capa estructural. Mezclas de diferentes tipos de partículas con diferentes tamaños de partícula pueden usarse como materiales de endurecimiento. Partículas y mezclas de las mismas pueden espolvorearse en una superficie de una capa estructural y fundirse para formar la capa de endurecimiento. Como un ejemplo, las partículas de PEEK pueden mezclarse con silicato de aluminio u otro tipo de partícula(s) inorgánica(s) y después aplicarse espolvoreando la capa estructural seguido de laminación por fusión, opcionalmente, con la aplicación de calor. En otra realización, dos partículas poliméricas diferentes de diferentes puntos de fusión y/o viscosidad de fusión se laminan a la menor temperatura de procesamiento de fusión de los dos polímeros. Como un ejemplo, una mezcla de partículas de partículas Cypek™ DSM (punto de fusión pico = 300°C) y partículas Cypek™ HTE (punto de fusión pico = 355-360°C) se colocan en la capa estructural y después se laminan por fusión a 340°C.

40 En aún otra realización para aumentar la dureza y para crear una región entre capas, pueden depositarse partículas metálicas en una o ambas superficies de la capa estructural, tal como una cinta unidireccional de fibras de carbono unidireccionales impregnadas con polímero termoplástico. Los materiales metálicos pueden ser partículas de forma irregular, filamentosa o esférica, y tener el beneficio añadido de conductividad eléctrica mejorada en el compuesto.

En realizaciones en que se usan las partículas, las partículas pueden tener micro-tamaño. Preferiblemente, las partículas tienen un tamaño de partícula de más de 3 micras.

45 En aún otra realización, la capa de endurecimiento es una malla metálica. En una precolocación de múltiples capas estructurales reforzadas con fibra, una pluralidad de dicha capa de endurecimiento metálica está presente en las regiones interlaminares.

50 En aún otra realización, la capa de endurecimiento es un paño de fibra de vidrio. Además, el paño de fibra de vidrio puede estar sometido a Deposición química de vapor (CVD) para depositar una capa muy delgada de metal tal como aluminio en las fibras de vidrio. El recubrimiento metálico puede proporcionar cada uno conductividad eléctrica a la región entre capas. Además, este recubrimiento metálico puede conferir conductividad eléctrica en el plano que

ayuda a reducir el brillo del borde en la parte compuesta (descarga capacitiva en grandes estructuras compuestas como tanques de combustible del ala).

En aún otra realización, la resina de matriz termoplástica y la capa de endurecimiento están hechas de la misma resina termoplástica, p.ej., PAEK.

5 En algunas realizaciones, puede usarse una combinación de un polímero de endurecimiento y una o más de las partículas de endurecimiento. Por ejemplo, las partículas podrían componerse en un extrusor con el polímero de endurecimiento para crear un material para el endurecimiento interlaminar. Por ejemplo, partículas o fibras de vidrio compuestas en un polímero PEEK o PEKK para formar granulados o una película. Posteriormente, los granulados o película pueden aplicarse a la capa estructural a través de laminación u otro proceso. Como otro ejemplo, pueden combinarse partículas de Cypek™ DS-M (punto de fusión pico = 300°C) y una resina PEEK (punto de fusión pico = 340°C), extrudirse y aplicarse como una película y laminarse en la capa estructural. De forma similar, pueden combinarse partículas PEEK y una resina Cypek™ DS-M, extrudirse y aplicarse como una película y laminarse en la capa estructural, por lo que las partículas PEEK están solo parcialmente fundidas en la Cypek™ DS-M completamente fundida. Las combinaciones de partículas poliméricas de mayor punto de fusión con matrices poliméricas de menor punto de fusión pueden usarse tal como partículas Cypek™ FC (punto de fusión pico = 338°C) o Cypek™ HT-E (punto de fusión pico = 355°C-360°C) en una resina Cypek™ DS-M.

En algunas realizaciones, la capa de endurecimiento es al menos semi-cristalina a lo largo de la capa – que significa que la capa es semi-cristalina a lo largo de la capa, o contiene partes cristalinas dispersas de forma uniforme a lo largo de la capa. Por consiguiente, una capa amorfa adyacente a una capa cristalina no se consideraría al menos semi-cristalina completamente porque la capa de material es predominantemente amorfa en partes de la misma. Específicamente, la parte amorfa no se consideraría al menos semi-cristalina en esa parte y por consiguiente no se consideraría al menos semi-cristalina a lo largo de la capa. En algunas realizaciones, las capas estructurales son cintas unidireccionales que contienen polímeros semi-cristalinos y las capas de endurecimiento están hechas de polímeros semi-cristalinos. Generalmente, la resina amorfa es más susceptible al ataque del disolvente, que no es un efecto deseable. Los dos polímeros semi-cristalinos pueden tener diferentes puntos de fusión y diferentes velocidades de cristalización en base a su formulación química de manera que, para una velocidad de enfriamiento dado, cada polímero semi-cristalino proporcionará un contenido cristalino diferente en la capa del otro con la capa polimérica de menor contenido cristalino (velocidad de cristalización más lenta) proporcionando la capa de endurecimiento. Es posible usar polímeros con punto de fusión o bien mayor o menor de manera conjunta para endurecer el material.

La capa de endurecimiento puede estar también en forma de fibras tejidas (p.ej. una tela tejida) o fibras no tejidas (p.ej. un velo o estera de fibras dispuestas aleatoriamente). Si las fibras están presentes preferiblemente van a ser generalmente de al menos la mitad del diámetro de las fibras de refuerzo estructural en la capa estructural. En algunos ejemplos, las fibras de endurecimiento y las fibras estructurales son aproximadamente del mismo diámetro. Por ejemplo, una fibra de refuerzo o estructural tal como una fibra de carbono puede tener un diámetro de filamento de aproximadamente 7 µm mientras que una fibra de vidrio a usar como un material de endurecimiento puede tener un diámetro de filamento de aproximadamente 5-9 µm. Es costoso hacer fibras de endurecimiento que tengan un diámetro relativamente pequeño en comparación con las fibras de endurecimiento que tienen aproximadamente el mismo diámetro que las fibras estructurales. Por consiguiente, las fibras de diámetro sub-micra no se prefieren generalmente.

Generalmente, los compuestos termoplásticos más cristalinos (es decir, que tienen mayor cristalinidad) producen mayor fuerza de compresión y menor fuerza de impacto. En contraste, los compuestos termoplásticos amorfos producen menor fuerza de compresión y mayor fuerza de impacto. En aspectos de la presente memoria, la cristalinidad es útil para proporcionar resistencia a la degradación por disolvente. Un mayor valor de cristalinidad (hasta 35%) mejora el rendimiento polimérico frente al este ataque del disolvente. La cristalinidad se mide por DSC. Este tipo de compuestos termoplásticos es adecuado tanto para la matriz de resina de la capa estructural como para las capas de endurecimiento.

Se sabe bien que el punto de fusión y la tasa de cristalinidad de algunos polímeros PAEK tal como PEKK y PEKEKK puede cambiarse ajustando la relación de tereftaloilo (“T”) a isoftaloilo (“I”) (“relación T:I”). En la síntesis actual de PEKK, el “T” y el “I” está controlado por las cantidades relativas de, cloruro de tereftaloilo y cloruro de isoftaloilo para hacer co-polímero en bloque. Sin desear estar atados por la teoría, se cree que aumentar la cantidad de segmentos “I” pone más “pliegues” en la estructura polimérica, disminuyendo así la velocidad y energía de activación para una rotación de cadena para alcanzar la configuración de energía mínima para la formación cristalina. Esto da por resultado una menor temperatura de fusión y menor velocidad de cristalización.

55 Para la mayoría de las realizaciones tratadas anteriormente, el contenido de material de endurecimiento es hasta 20% en peso en base al peso total de la resina de matriz en el laminado. La cantidad del material de endurecimiento es suficiente para crear una región interlaminar distinta entre capas adyacentes de fibras de refuerzo impregnadas con resina.

Las matrices de resina termoplástica de las capas estructurales se basan en polímeros PAEK (p.ej. PEEK o PEKK), particularmente los materiales de endurecimiento adecuados incluyen (i) películas de polímero hechas de PEKK, PEEK, PEK; (ii) fibras de vidrio, fibras de carbono o fibras de aramida en forma de fibras cortadas, estera no tejida o tela tejida (p.ej. paño de fibra de vidrio que tiene un peso superficial de $1,86 \text{ kg/m}^2$ ($0,55 \text{ oz/yd}^2$)); (iii) partículas hechas de PEEK, PEKK, PEK o vidrio, y mezcla de partículas de los mismos; (iv) malla metálica o partículas hechas de aluminio, cobre, titanio, níquel o combinación de las mismas.

Cuando el material de endurecimiento incluye malla metálica, la malla metálica puede estar incrustada en un polímero de endurecimiento tal como PEEK o PEKK.

En una realización, la capa estructural está compuesta por fibras de refuerzo impregnadas con una resina de matriz termoplástica, y la capa de endurecimiento es un velo de fibras termoplásticas dispuesta de forma aleatoria que tienen partículas termoplásticas dispersas en él, en el que la resina de matriz termoplástica, el velo y las partículas están hechos de diferentes materiales termoplásticos.

Capas y laminados estructurales termoplásticos

Añadir un material de endurecimiento a la capa compuesta de refuerzo de fibra tal como la cinta compuesta reforzada con fibra unidireccional, es decir, un producto que tiene resina y fibras, puede conseguirse a través de varias aplicaciones tal como laminación en caliente, métodos de aplicación superficial que incluyen aplicaciones electrostáticas, del material de endurecimiento después de producirse la uni-cinta. Este proceso mantendrá al material de endurecimiento en el perímetro externo del material donde es más efectivo. Aumentos adicionales en el porcentaje en peso de materiales de endurecimiento pueden necesitar película de resina adicional para evitar el agotamiento, es decir, una situación en que insuficiente resina en el laminado tendrá huecos debido a volúmenes de fibra localmente altos. Este esfuerzo mostró baja porosidad favorable en el laminado pero lo hizo alejando la resina de la cinta unidireccional.

En ciertas realizaciones, la dureza de la cinta unidireccional termoplástica hecha por suspensión acuosa y métodos de impregnación por fusión se aumenta laminando la capa de endurecimiento al producto en línea.

El término "fibra" como se usa en la presente memoria tiene su significado habitual como se conoce por los expertos en la técnica y puede incluir uno o más materiales fibrosos adaptados para el refuerzo de los compuestos. Las fibras pueden tomar la forma de cualquiera de partículas, copos, filamentos, fibras cortas, fibras continuas, láminas, capas, y combinaciones de los mismos. Las fibras continuas pueden adoptar además cualquiera de las configuraciones unidireccional, multi-dimensional (p.ej. bi- o tri-dimensional), no tejida, tejida, de punto, cosida, enrollada y trenzada, además de estructuras de estera en espiral, estera de fieltro y estera cortada. Las estructuras de fibra tejida pueden comprender una pluralidad de estopas tejidas que tienen menos que aproximadamente 1000 filamentos, menos que aproximadamente 3000 filamentos, menos que aproximadamente 6000 filamentos, menos que aproximadamente 12000 filamentos, menos que aproximadamente 24000 filamentos, menos que aproximadamente 48000 filamentos, menos que aproximadamente 56000 filamentos, menos que aproximadamente 125000 filamentos y más que aproximadamente 125000 filamentos. En realizaciones adicionales, las estopas pueden mantenerse en posición mediante puntadas entre estopas, puntadas con inserción en la trama, o una pequeña cantidad de resina, tal como un encolado. Las fibras de refuerzo en la capa estructural tienen preferiblemente una resistencia a la tracción de más de 3500 MPa. El contenido de las fibras de refuerzo en la capa estructural es preferiblemente al menos 55% en peso en base al peso total de la capa estructural.

En algunos aspectos, las fibras usadas en el componente estructural son generalmente de un diámetro uniforme y generalmente de un diámetro convencional, tal como aproximadamente varios micrómetros a aproximadamente el intervalo de milímetro. Por consiguiente, en algunos aspectos, las fibras de diámetro pequeño pueden ser costosas y pueden ser difíciles de distinguir en una región interlaminar y por lo tanto no proporcionan una región interlaminar discreta que sea útil para el laminado descrito en la presente memoria.

La composición de las fibras puede variarse, como sea necesario. Las realizaciones de la composición de fibra pueden incluir, aunque no están limitadas a, vidrio, carbono, aramida, cuarzo, basalto, polietileno, poliéster, poli-p-fenileno-benzobisoxazol (PBO), boro, carburo de silicio, poliamida y grafito y combinaciones de los mismos. En una realización, la fibra es carbono, fibra de vidrio, aramida u otros materiales termoplásticos. Las fibras de refuerzo pueden ser orgánicas o inorgánicas. Además, las fibras pueden incluir arquitecturas textiles que incluyen las que son o bien continuas o no continuas en forma.

Las fibras estructurales pueden incluir cinta o red unidireccional, fibra, estopa/impregnado, o tela y materiales no tejidos tal como una estera o velo. Los materiales compuestos reforzados con fibra se categorizan generalmente como cinta, paño tejido, paño no tejido, papel y mezclas de los mismos. "Cinta" generalmente se refiere a fibras de refuerzo uniaxial que se extienden a lo largo de un único eje de la banda. El término "paño" generalmente se refiere a fibras de refuerzo que se extienden a lo largo de al menos dos ejes diferentes en la banda. El paño está disponible comercialmente como bi-axial, tri-axial, y quad-axial, que indica fibras que se extienden en dos, tres o cuatro ejes

diferentes, respectivamente. Las fibras pueden estar opcionalmente tejidas las unas con las otras, o pueden fabricarse como paño no tejido. Una amplia variedad de fibras de refuerzo compuestas están disponibles comercialmente, tal como por ejemplo, fibras de carbono, fibras Kevlar®, fibras de vidrio y fibras de aramida.

5 Los términos “matriz”, “resina” y “resina de matriz” como se usan en la presente memoria se refiere a la composición de resina en la capa estructural, y pueden incluir cantidades menores de aditivos opcionales tal como cargas inorgánicas.

10 El término “preimpregnado” como se usa en la presente memoria incluye una lámina o capa de fibras que se han impregnado con un material de matriz en al menos una parte de su volumen. Típicamente, un preimpregnado está en una forma maleable que está lista para moldearse en una forma particular y para curarse en la parte compuesta final. Dichas partes compuestas se usan normalmente en la fabricación de partes estructurales que llevan carga y particularmente partes compuestas aeroespaciales, tal como alas, fuselajes, mamparos, superficies de control, productos artesanos del motor y otras aplicaciones donde la dureza y el impacto son importantes.

15 El término “lámina intercalada” como se usa en la presente memoria tiene su significado normal como se conoce por los expertos en la técnica e incluye una capa situada entre otras capas. En una realización, la lámina intercalada puede colocarse en la mitad de un plano de un compuesto. Por ejemplo, la lámina intercalada se encuentra normalmente entre capas de fibras estructurales.

“Interlaminar” se refiere a la región entre dos capas adyacentes.

Un laminado puede estar compuesto por múltiples capas estructurales de resina reforzada con fibra o preimpregnados.

20 El término “precolocación” como se usa en la presente memoria tiene su significado normal como se conoce por los expertos en la técnica y puede incluir uno o más preimpregnados que están situados unos adyacentes a los otros. En ciertas realizaciones, los preimpregnados en la precolocación pueden estar colocados en una orientación seleccionada de los unos respecto a los otros. En una realización adicional, los preimpregnados pueden estar cosidos opcionalmente con un material de hilo para inhibir su movimiento relativo desde una orientación
25 seleccionada. En realizaciones adicionales, las “precolocaciones” pueden comprender cualquier combinación de preimpregnados totalmente impregnados, preimpregnados parcialmente impregnados y preimpregnados perforados como se trata en la presente memoria. Las precolocaciones pueden fabricarse por técnicas que pueden incluir, aunque no están limitadas a, precolocación manual, precolocación en cinta automatizada (ATL), colocación de fibra avanzada (AFP) y enrollado de filamento. Las precolocaciones pueden curarse entonces, tal como mediante
30 autoclave, para formar un artículo compuesto, en el que las partículas de endurecimiento se localizan en la lámina intercalada y proporcionan dureza y tolerancia al daño aumentadas del artículo compuesto debido a las partículas que permanecen como partículas discretas incluso después del proceso de curado.

35 Los términos “consolidado” y “no consolidado” como se usa en la presente memoria tienen su significado habitual como se conoce por los expertos en la técnica de materiales termoplásticos. La consolidación de compuestos termoplásticos fusibles fundidos generalmente incluye calentamiento suficiente para deformar la resina termoplástica, consolidación de la resina y enfriamiento. La laminación en caliente es un proceso de consolidación típico.

En algunos casos, la resina termoplástica es sólida a temperatura ambiente.

40 En algunos aspectos, los métodos de fabricación incluyen la laminación en caliente del endurecedor al exterior de la cinta unidireccional, que son métodos típicos usados en la técnica.

45 Los términos “aproximadamente”, “alrededor” y “sustancialmente” como se usan en la presente memoria representan una cantidad cercana a la cantidad expresada que aún realiza la función deseada o alcanza el resultado deseado. Por ejemplo, los términos “aproximadamente”, “alrededor” y “sustancialmente” pueden referirse a una cantidad que está dentro de menos del 10% de, dentro de menos del 5% de, dentro de menos del 1% de, dentro de menos del 0,1% de, y dentro de menos del 0,01% de la cantidad expresada.

50 El término “al menos una parte de” como se usa en la presente memoria representa una cantidad de un total que comprende una cantidad del total que puede incluir el total. Por ejemplo, el término “una parte de” puede referirse a una cantidad que es mayor que 0,01% de, mayor que 0,1% de, mayor que 1% de, mayor que 10% de, mayor que 20% de, mayor que 30% de, mayor que 40% de, mayor que 50% de, mayor que 60% de, mayor que 70% de, mayor que 80% de, mayor que 90% de, mayor que 95% de, mayor que 99% de, y 100% del total.

Ejemplos

Ejemplo 1 – Endurecimiento con vidrio

ES 2 718 450 T3

5 Un laminado de prueba se formó colocando dos capas de tela de vidrio acabada BGF 104 I617 (un refuerzo de vidrio de 1,86 kg/m² (0,55 oz/yd²)) entre las capas de cintas unidireccionales que contenían resina CypekTM-DSE y fibras de carbono Hexcel AS4, que son fibras de carbono sin encolar usadas típicamente en fibra 12K (12.000 filamentos) de diámetro nominal de 7 µm. No se usó película de resina adicional. Un laminado de control, que es el mismo que el laminado de prueba anterior, pero no está endurecido con tela de vidrio, se formó también. El rendimiento de CAI se midió usando la norma ASTM D7136. Las tablas 1 y 2 muestran los resultados de prueba en base a cuatro muestras de prueba.

Tabla 1 – Control

Núm. de muestra	Anchura cm (pulgada)	Profundidad cm (pulgada)	Profundidad de la abolladura cm (pulgada)	Área dañada (pérdida de -3,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Área dañada (pérdida de -6,0 dB) cm ² (pulgada ²)
1	10,1524 (3,9970)	0,4442 (0,1749)	0,0596 (0,0235)	3,4787 (0,5392)	3,0245 (0,4688)
2	10,1511 (3,9965)	0,4396 (0,1731)	0,0604 (0,0238)	3,5922 (0,5568)	3,0245 (0,4688)
3	10,1524 (3,9970)	0,4429 (0,1744)	0,0629 (0,0248)	2,5909 (0,4016)	2,3432 (0,3632)
4	10,1549 (3,9980)	0,4450 (0,1752)	0,0604 (0,0238)	3,3961 (0,5264)	2,9419 (0,4560)
Media	10,1526 (3,9971)	0,4429 (0,1744)	0,0609 (0,0240)	3,2645 (0,5060)	2,8335 (0,4392)
Desv. Est.	0,0015 (0,0006)	0,0022 (0,0009)	0,0015 (0,0006)	0,4561 (0,0707)	0,3290 (0,0510)
% COV	0,02	0,53	2,37	13,97	11,62
Núm. de muestra	Área dañada (pérdida de -18,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Energía de impacto Newton*m (pulgada*libra)	Carga pico kg (libra)	Fuerza MPa (ksi)	
1	2,4774 (0,3840)	169,82 (1503)	17682 (38983)	384,7 (55,8)	
2	2,5083 (0,3888)	169,59 (1501)	17037 (37561)	374,4 (54,3)	
3	1,8270 (0,2832)	169,36 (1499)	16660 (36731)	363,3 (52,7)	
4	2,1987 (0,3408)	170,04 (1505)	16426 (36215)	356,4 (51,7)	
media	2,2528 (0,3492)	169,70 (1502)	16951 (37372)	369,5 (53,6)	
Desv. Est.	0,3161 (0,0490)	0,34 (3)	548 (1208)	12,4 (1,8)	
% COV	14,03	0,17	3,23	3,33	

10 Tabla 2 – Endurecido con vidrio

Núm. de muestra	Anchura cm (pulgada)	Profundidad cm (pulgada)	Profundidad de la abolladura cm (pulgada)	Área dañada (pérdida de -3,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Área dañada (pérdida de -6,0 dB) cm ² (pulgada ²)
1	10,1625 (4,0010)	0,4465 (0,1758)	0,0642 (0,0253)	5,4864 (0,8504)	4,0877 (0,6336)
2	10,1625 (4,0010)	0,4457 (0,1755)	0,0668 (0,0263)	6,1316 (0,9504)	4,8309 (0,7488)
3	10,1638 (4,0015)	0,4488 (0,1767)	0,0660 (0,0260)	3,9328 (0,6096)	3,4270 (0,5312)
4	10,1625 (4,0010)	0,4411 (0,1737)	0,0698 (0,0275)	4,6348 (0,7184)	3,7161 (0,5760)
Media	10,1627 (4,0011)	0,4455 (0,1754)	0,0668 (0,0263)	5,0464 (0,7822)	4,0154 (0,6224)
Desv. Est.	0,0005 (0,0002)	0,0033 (0,0013)	0,0022 (0,0009)	0,9625 (0,1492)	0,6070 (0,0941)
% COV	0,01	0,72	3,49	19,08	15,12
Núm. de muestra	Área dañada (pérdida de -18,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Energía de impacto Newton*m (pulgada*libra)	Carga pico kg (libra)	Fuerza MPa (ksi)	
1	2,6012 (0,4032)	169,81 (1503)	18026 (39742)	389,5 (56,5)	
2	3,1277 (0,4848)	169,25 (1498)	17646 (38904)	381,9 (55,4)	
3	2,6735 (0,4144)	169,81 (1503)	17317 (38178)	372,3 (54,0)	
4	2,5909 (0,4016)	169,81 (1503)	17210 (37943)	376,4 (54,6)	
Media	2,7483 (0,4260)	169,70 (1502)	17550 (38692)	379,9 (55,1)	
Desv. Est.	0,2554 (0,0396)	0,22 (2)	367 (811)	7,5 (1,1)	
% COV	9,30	0,17	2,10	1,97	

15 Se encontró que la tela de vidrio mejoró el rendimiento de CAI cuando se comparó con laminado de control. El material de endurecimiento entre capas de vidrio aumentó el CAI a 393 MPa (57 KSI) (normalizado para curar el espesor de la capa), una mejora de 13,79 MPa (2 ksi) sobre el producto de control. La fuerza de CAI no normalizada para el laminado endurecido con vidrio fue 379,9 MPa (55,1 ksi) mientras que el control no normalizado fue 369,5 MPa (53,6 ksi).

La FIG. 1 muestra la curva DSC del laminado de control formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™ DSE, y la FIG. 2 muestra la DSC del laminado con capas de endurecimiento de vidrio.

5 La FIG. 3 es una micrografía que muestra la región interlaminar del laminado de control formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™ DSE. La FIG. 4 es una micrografía que muestra la región interlaminar del laminado formado por cintas unidireccionales reforzadas con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™ DSE y capas de endurecimiento de vidrio.

Ejemplo 2 – Endurecimiento con película termoplástica

10 El mismo método se usó para formar un laminado de prueba como se trata en el Ejemplo 1 anterior excepto que se usó una película Cypek™-DSE de 0,25 mil como una lámina intercalada para el endurecimiento en vez de tela de vidrio. El rendimiento de CAI se midió usando la norma ASTM D7136. La Tabla 3 muestra los resultados de prueba en base a cuatro muestras de prueba.

Tabla 3 – endurecido con Cypek™ DSE

Núm. de muestra	Anchura cm (pulgada)	Profundidad cm (pulgada)	Profundidad de la abolladura cm (pulgada)	Área dañada (pérdida de -3,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Área dañada (pérdida de -6,0 dB) cm ² (pulgada ²)
1	10,1612 (4,0005)	0,4559 (0,1795)	0,0596 (0,0235)	3,0967 (0,4800)	2,8077 (0,4352)
2	10,1607 (4,0003)	0,4536 (0,1786)	0,0711 (0,0280)	3,2928 (0,5104)	2,9419 (0,4560)
3	10,1625 (4,0010)	0,4533 (0,1785)	0,0584 (0,0230)	3,3135 (0,5136)	2,8387 (0,4400)
4	10,1605 (4,0002)	0,4564 (0,1797)	0,0635 (0,0250)	3,6025 (0,5584)	3,1483 (0,4880)
Media	10,1612 (4,0005)	0,449 (0,1791)	0,0632 (0,0249)	3,3264 (0,5156)	2,9341 (0,4548)
Desv. Est.	0,0010 (0,0004)	0,0015 (0,0006)	0,0055 (0,0022)	0,2083 (0,0323)	0,1541 (0,0239)
% COV	0,01	0,34	9,05	6,26	5,24
Núm. de muestra	Área dañada (pérdida de -18,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Energía de impacto Newton*m (pulgada*libra)	Carga pico kg (libra)	Fuerza MPa (ksi)	Fuerza Nom. MPa (ksi)
1	2,1161 (0,3280)	169,25 (1498)	18478 (41334)	397,13 (57,6)	415,75 (60,3)
2	2,3741 (0,3680)	169,25 (1498)	17681 (38981)	376,45 (54,6)	392,31 (56,9)
3	2,3328 (0,3616)	169,13 (1497)	18720 (41272)	398,51 (57,8)	415,06 (60,2)
4	2,5496 (0,3952)	170,26 (1507)	16474 (36321)	348,18 (50,5)	365,42 (53,0)
Media	2,3432 (0,3632)	169,47 (1500)	17906 (39477)	379,90 (55,1)	397,13 (57,6)
Desv. Est.	0,1780 (0,0276)	0,56 (5)	1075 (2372)	23,44 (3,4)	24,13 (3,5)
% COV	7,60	0,31	6,01	6,15	6,00

15 Se encontró que la película Cypek™ DSE mejoró el rendimiento de la compresión después del impacto. Se alcanzó 379,9 MPa (55,1 ksi) no normalizado frente a 369,5 MPa (53,6 ksi) no normalizado para el control. La FIG. 5 es una micrografía que muestra la región interlaminar del laminado formado según este ejemplo.

Ejemplo 3 – Endurecimiento con vidrio y película termoplástica

20 Los laminados de prueba se hicieron acumulando cintas unidireccionales de fibras de carbono AS4 impregnadas con resina Cypek™ DSE, e insertando dos capas de paño de fibra de vidrio 2,44 kg/m² (0,72 onza/yarda²) y dos capas de película Cypek™ DSE de 0,24 mil entre cintas unidireccionales adyacentes. Estos se procesaron junto con un laminado de control usando condiciones de proceso de curado estándar de 376,66°C/689,47 kPa (710°F/100 psi). La fuerza de CAI se midió usando la norma ASTM D7136. Las Tablas 4 y 5 muestran los resultados de prueba en base a cuatro muestras de prueba.

25 Tabla 4 – Control

Núm. de muestra	Anchura cm (pulgada)	Profundidad cm (pulgada)	Profundidad del impacto inicial cm (pulgada)	Área dañada (pérdida de -3,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Área dañada (pérdida de -6,0 dB) cm ² (pulgada ²)
1	10,1566 (3,9987)	0,4371 (0,1721)	0,0553 (0,0218)	3,3651 (0,5216)	2,9728 (0,4608)
2	10,1556 (3,9983)	0,4404 (0,1734)	0,0541 (0,0213)	3,8503 (0,5968)	3,3961 (0,5264)
3	10,1536 (3,9975)	0,4386 (0,1727)	0,0558 (0,0220)	3,4477 (0,5344)	3,0348 (0,4704)
4	10,1556 (3,9983)	0,4411 (0,1737)	0,0629 (0,0248)	3,7677 (0,5840)	3,0864 (0,4784)
Media	10,1554 (3,9982)	0,4394 (0,1730)	0,0571 (0,0225)	3,6077 (0,5592)	3,1225 (0,4840)
Desv. Est.	0,0012 (0,0005)	0,0017 (0,0007)	0,0040 (0,0016)	0,2374 (0,0368)	0,1883 (0,0292)

ES 2 718 450 T3

% COV	0,01	0,42	7,02	6,58	6,03
Núm. de muestra	9,6 Área dañada (pérdida de -18,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Energía de impacto Newton m (pulgada-libra/pulgada)	Carga de pico kg (libra)	Fuerza MPa (ksi)	
1	2,3535 (0,3648)	169,25 (1498)	16176 (35663)	357,14 (51,8)	
2	2,6425 (0,4096)	170,15 (1506)	15706 (34626)	344,04 (49,9)	
3	2,3638 (0,3664)	169,25 (1498)	15561 (34308)	342,66 (49,7)	
4	2,3328 (0,3616)	0 (0)	15074 (33233)	330,25 (47,9)	
Media	2,4232 (0,3756)	127,22 (1126)	15629 (34458)	343,35 (49,8)	
Desv. Est.	0,1470 (0,0228)	84,73 (750)	453 (1000)	11,03 (1,6)	
% COV	6,06	66,66	2,90	3,26	

Tabla 5 – Endurecido con vidrio/Cypek™ PEKK

Núm. de muestra	Anchura cm (pulgada)	Profundidad cm (pulgada)	Profundidad de la abolladura después del impacto cm (pulgada)	Área dañada (pérdida de -3,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Área dañada (pérdida de -6,0 dB) cm ² (pulgada ²)
1	10,1612 (4,0005)	0,5908 (0,2326)	0,0668 (0,0263)	3,0451 (0,4720)	2,5496 (0,3952)
2	10,1625 (4,0010)	0,5938 (0,2338)	0,0635 (0,0250)	3,0967 (0,4800)	2,7045 (0,4192)
3	10,1544 (3,9978)	0,5902 (0,2324)	0,0596 (0,0235)	3,2412 (0,5024)	2,8593 (0,4432)
4	10,1582 (3,9993)	0,5895 (0,2321)	0,0660 (0,0260)	2,7561 (0,4272)	2,3741 (0,3680)
Media	10,1592 (3,9997)	0,5910 (0,2327)	0,0640 (0,0252)	3,0348 (0,4704)	2,6219 (0,4064)
Desv. Est.	0,0035 (0,0014)	0,0017 (0,0007)	0,0033 (0,0013)	0,2032 (0,0315)	0,2077 (0,0322)
% COV	0,04	0,32	5,01	6,71	7,93
Núm. de muestra	Área dañada (pérdida de -18,0 dB) cm ² (pulgada ²)	Energía de impacto Newton m (pulgada-libra/pulgada)	Carga de pico kg (libra)	Fuerza MPa (ksi)	
1	1,8064 (0,2800)	170,60 (1510)	24177 (53303)	395,06 (57,3)	
2	1,9406 (0,3008)	170,26 (1507)	22097 (48717)	359,21 (52,1)	
3	2,0748 (0,3216)	169,92 (1504)	24361 (53708)	398,51 (57,8)	
4	1,8167 (0,2816)	170,26 (1507)	22249 (49052)	364,04 (52,8)	
Media	1,9096 (0,2960)	170,26 (1507)	23221 (51195)	379,21 (55,0)	
Desv. Est.	0,1258 (0,0195)	0,22 (2)	1214 (2677)	20,68 (3,0)	
% COV	6,59	0,16	5,23	5,38	

- 5 Para el laminado reforzado con fibra de carbono, con base de matriz Cypek™-DSE de control, la fuerza de CAI fue 343,35 MPa (49,8 ksi) después de probar la energía de impacto de 169,47 Newton-m (1500 pulgadas-libra/pulgada). Para el laminado endurecido con tela de vidrio y película Cypek™ DSE, se obtuvo un promedio de 379,21 MPa (55,0 ksi) de fuerza CAI.

REIVINDICACIONES

1. Un laminado compuesto termoplástico que comprende: una pluralidad de capas estructurales en una disposición de apilado, comprendiendo cada capa estructural fibras de refuerzo impregnadas con una resina de matriz termoplástica; y una pluralidad de regiones interlaminares estando cada una formada entre dos capas estructurales adyacentes, en las que cada región interlaminar comprende un material de endurecimiento seleccionado de:
- 5 (a) estera no tejida o tela tejida que comprende fibras de vidrio, o fibras de carbono;
- (b) película polimérica de poliariletercetona (PAEK) que tiene partículas de endurecimiento dispersas en ella, en la que las partículas están hechas de un material seleccionado de: polímeros PAEK que son diferentes del polímero PAEK de la película polimérica PAEK, vidrio, cerámica y combinación de los mismos;
- 10 (c) velo no tejido comprendido por fibras termoplásticas dispuestas aleatoriamente, y partículas de endurecimiento dispersas en el velo, en el que las partículas están hechas de un material seleccionado de: polímeros PAEK, vidrio, cerámica y combinaciones de los mismos;
- (d) partículas de endurecimiento comprendidas por un material seleccionado de: polímeros PAEK, vidrio, cerámica y combinación de los mismos, en el que las partículas de endurecimiento tienen un tamaño de partícula de más de 3
- 15 μm ;
- (e) malla metálica, o partículas hechas de un material metálico seleccionado de: aluminio, cobre, titanio, níquel, acero inoxidable y combinación de los mismos, en el que las partículas tienen un tamaño de partícula de más de 3 μm .
2. El laminado compuesto termoplástico según la reivindicación 1 en el que la resina de matriz termoplástica en la capa estructural comprende PAEK.
- 20 3. El laminado compuesto termoplástico según la reivindicación 1 o 2 en el que las fibras de refuerzo están hechas de material seleccionado del grupo que consiste en carbono, grafito y vidrio.
4. El laminado compuesto termoplástico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que las fibras de refuerzo en las capas estructurales son fibras alineadas unidireccionalmente.
- 25 5. El laminado compuesto termoplástico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que los polímeros PAEK de las partículas de endurecimiento (d) se seleccionan de: polietercetona (PEK), polieter-etercetona (PEEK), polietercetona (PEKK) y polietercetona-etercetona (PEKEKK).
6. El laminado compuesto termoplástico según la reivindicación 1, en el que el material de endurecimiento es una película PAEK termoplástica (b) o velo no tejido (c) que comprende partículas de diferentes polímeros PAEK o partículas hechas de una mezcla de vidrio y polímero PAEK.
- 30 7. El laminado compuesto termoplástico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que el material de endurecimiento es una película de polímero PAEK que contiene partículas PAEK dispersas en ella, en el que las partículas están hechas de polímero PAEK con mayor temperatura de fusión que la temperatura de fusión de la película de polímero PAEK.
- 35 8. El laminado compuesto termoplástico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en el que el contenido del material de endurecimiento es hasta 20% en peso en base al peso total de la resina matriz en el laminado.
9. El laminado compuesto termoplástico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el material de endurecimiento es un paño de fibra de vidrio.
- 40 10. Una estructura compuesta producida consolidando el laminado compuesto termoplástico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Una estructura compuesta que comprende: una capa estructural que comprende fibras de refuerzo impregnadas con una resina de matriz termoplástica; y dos capas de endurecimiento colocadas en superficies opuestas de la capa estructural, comprendiendo cada una de dichas capas de endurecimiento un material de endurecimiento seleccionado de:
- 45 (a) estera no tejida o tela tejida que comprende fibras de vidrio, o fibras de carbono;
- (b) película de polímero de poliariletercetona (PAEK) que tiene partículas de endurecimiento dispersas en ella, en el que las partículas están hechas de un material seleccionado de: polímeros PAEK que son diferentes del polímero PAEK de la película de polímero PAEK, vidrio, cerámica y combinaciones de los mismos;

- (c) velo no tejido comprendido por fibras termoplásticas dispuestas aleatoriamente y partículas de endurecimiento dispersas en el velo, en el que las partículas están hechas de un material seleccionado de: polímeros PAEK, vidrio, cerámica y combinaciones de los mismos;
- 5 (d) partículas de endurecimiento comprendidas por un material seleccionado de: polímeros PAEK, vidrio, cerámica y combinación de los mismos, en el que las partículas de endurecimiento tienen un tamaño de partícula de más de 3 μm .
12. La estructura compuesta según la reivindicación 11, en la que la resina de matriz termoplástica en la capa estructural comprende PAEK.
- 10 13. La estructura compuesta según la reivindicación 11 o 12, en la que el material de endurecimiento es una película de polímero PAEK o velo no tejido que contiene partículas de endurecimiento dispersas ella, en donde las partículas están hechas de diferentes polímeros PAEK o una mezcla de vidrio y polímero PAEK.
14. La estructura compuesta según la reivindicación 11 o 12, en la que el material de endurecimiento es un paño de fibra de vidrio.
- 15 15. La estructura compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en la que las fibras de refuerzo en la capa estructural tienen una resistencia a la tracción de más de 3500 MPa.
16. La estructura compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en la que el contenido de las fibras de refuerzo en la capa estructural es al menos 55% en peso en base al peso total de la capa estructural.
17. La estructura compuesta según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, en la que las fibras de refuerzo están hechas de un material seleccionado del grupo que consiste en carbono, grafito y vidrio.
- 20 18. Un laminado compuesto producido acumulando una pluralidad de estructuras compuestas según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17 de manera que una región interlaminar se forma entre dos capas¹ estructurales adyacente y dicha región interlaminar comprende el material de endurecimiento.
19. El laminado compuesto termoplástico según la reivindicación 1 en el que el material de endurecimiento es una mezcla de diferentes partículas PAEK que tienen diferentes temperaturas de fusión.

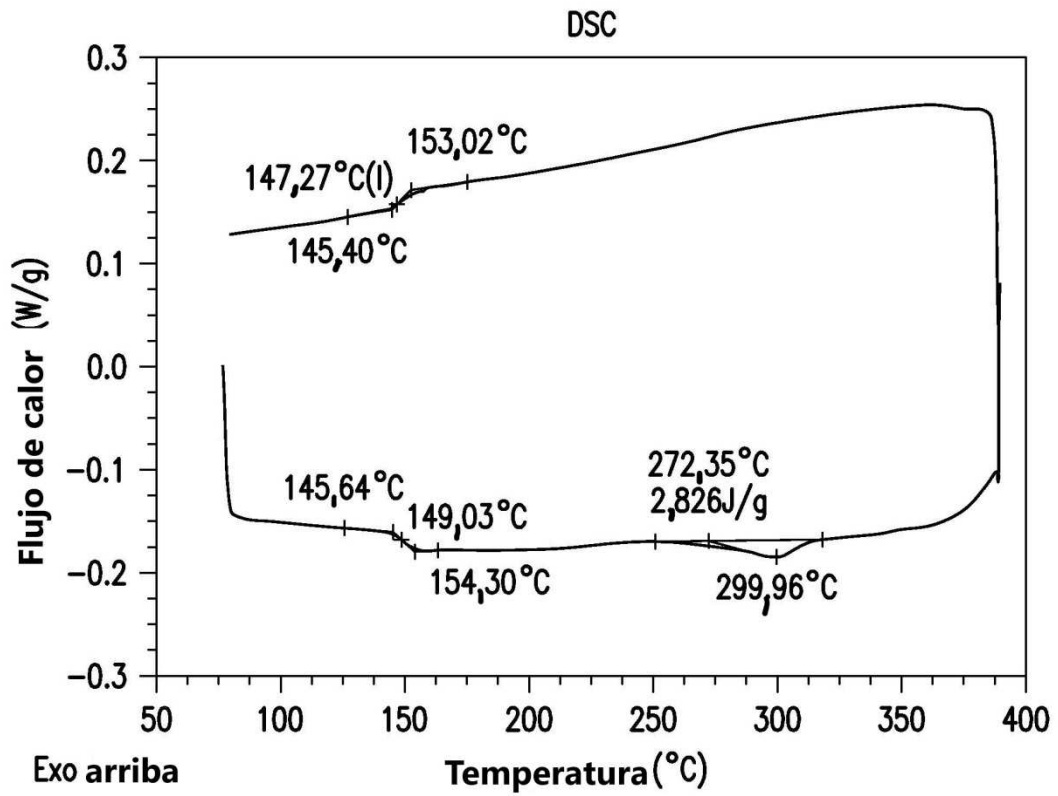


FIG.1

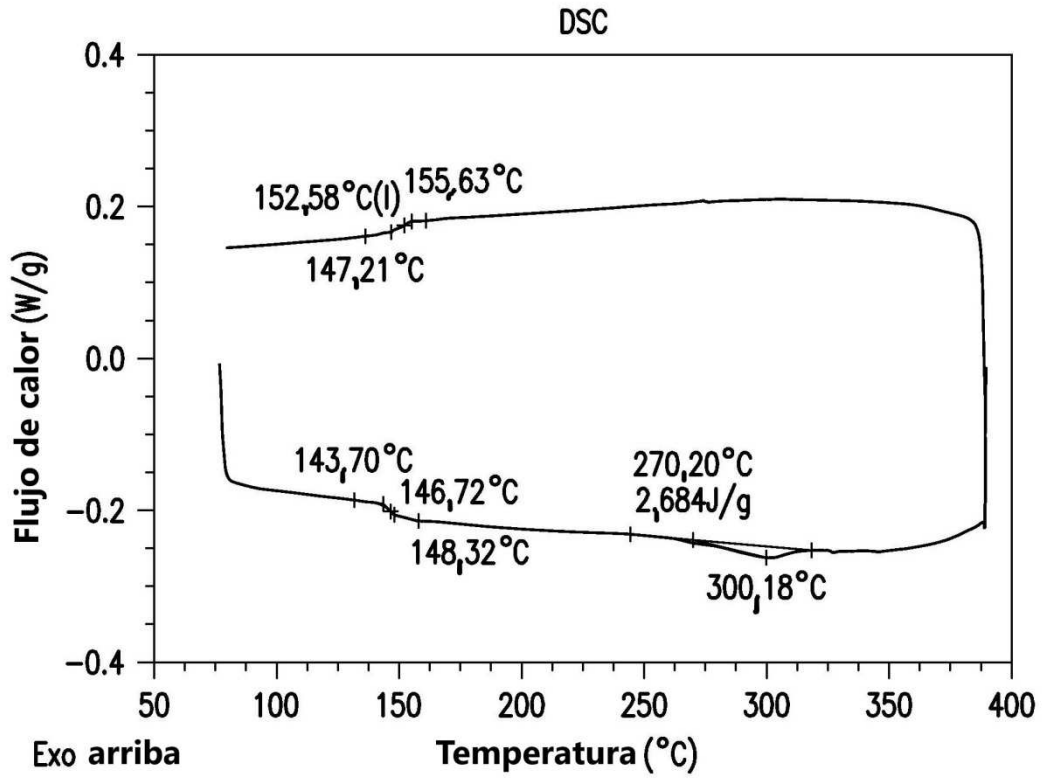


FIG.2

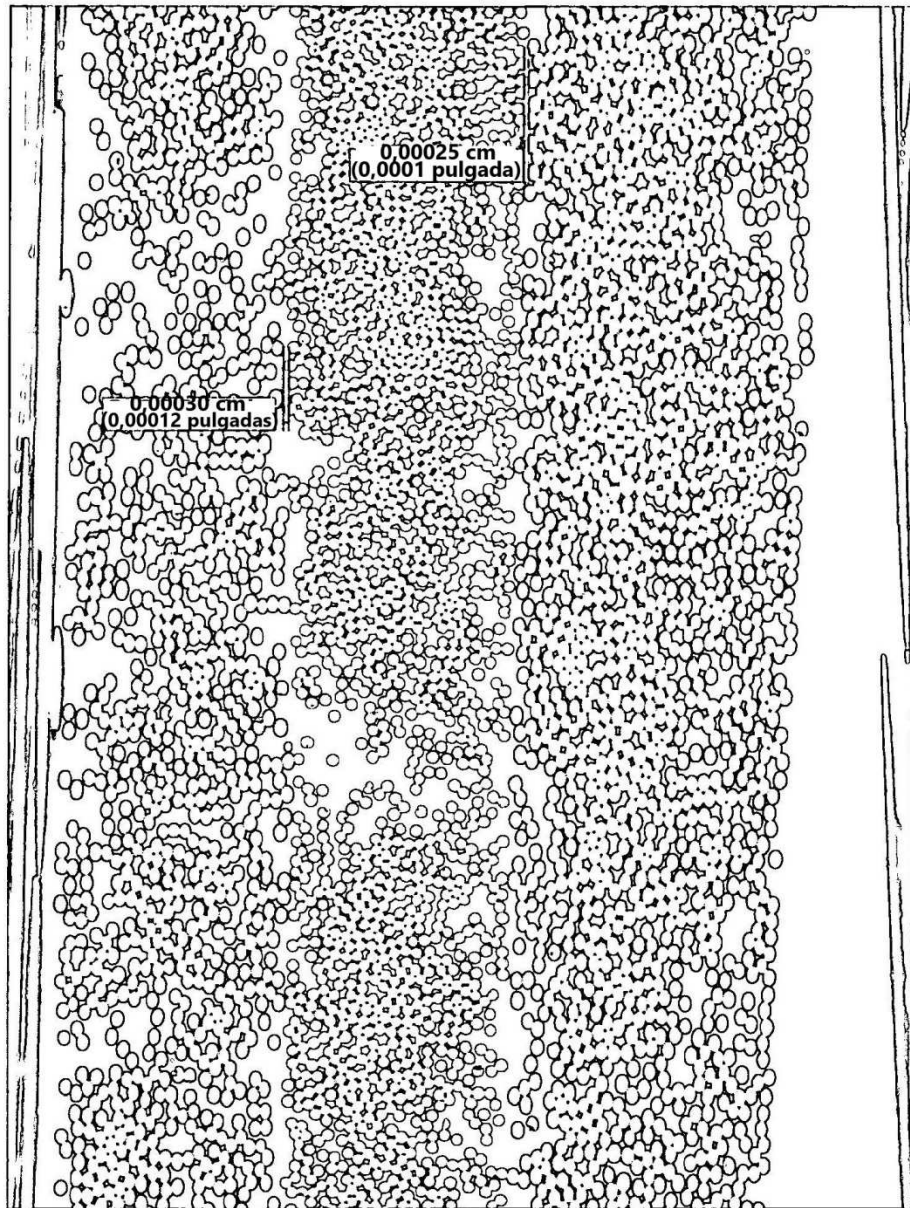


FIG.3

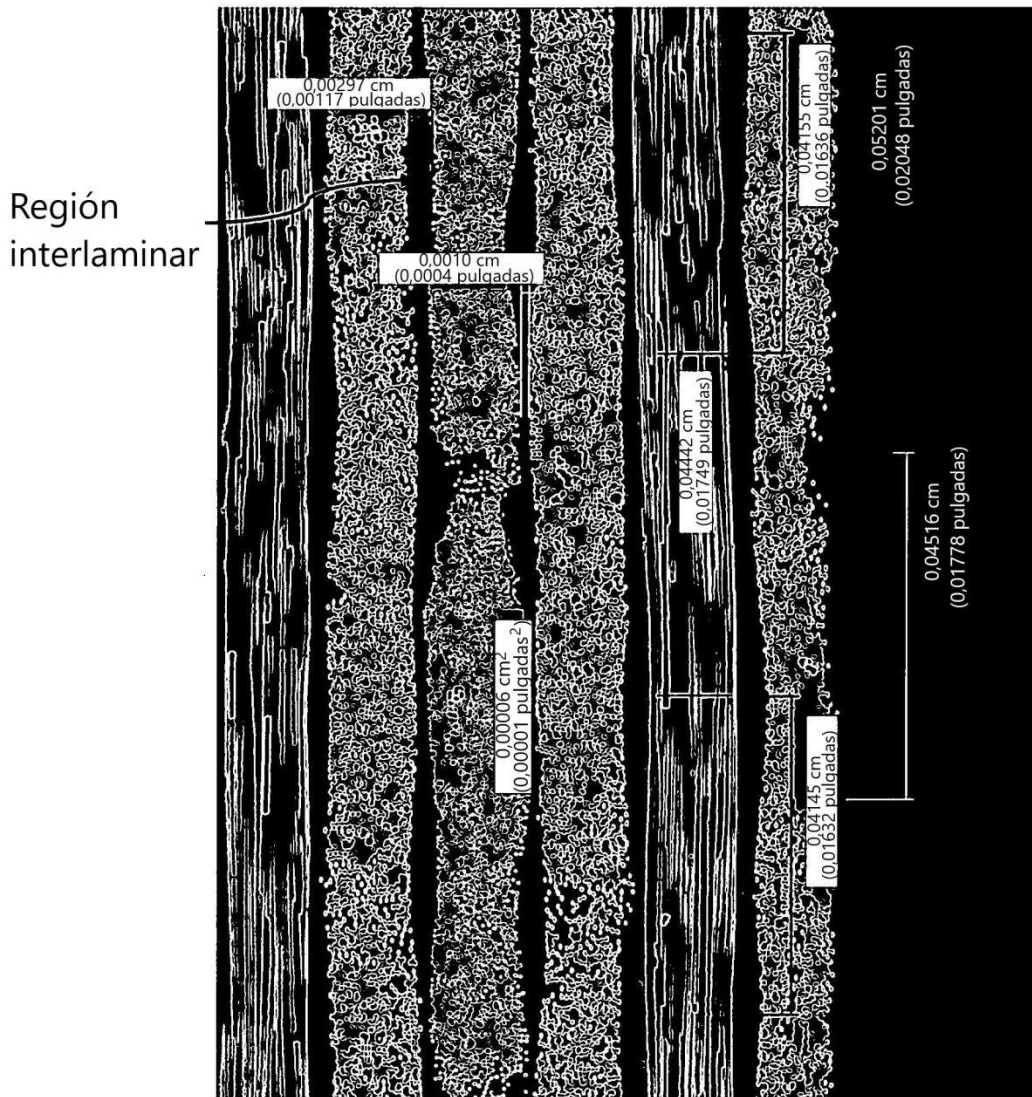


FIG.4

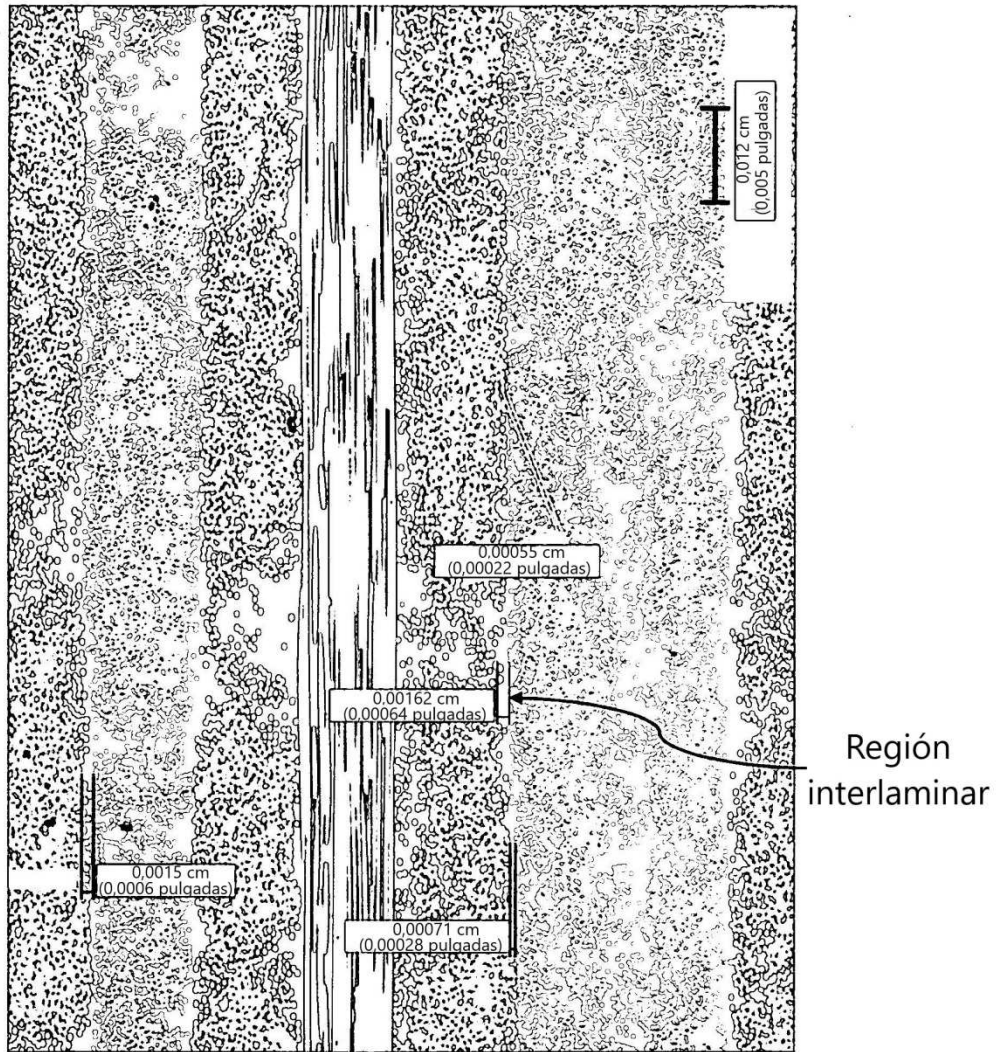


FIG.5