

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 208**

51 Int. Cl.:

B32B 7/08 (2006.01)

B32B 18/00 (2006.01)

B64C 1/12 (2006.01)

B64C 3/26 (2006.01)

C04B 35/628 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2008 E 08252351 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2013 EP 2017073**

54 Título: **Estructura compuesta que tiene núcleo de armazón cerámico y método para fabricar la misma**

30 Prioridad:

18.07.2007 US 779439

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

19.11.2013

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**LEHMAN, LEANNE L.;
KEITH, WILLIAM P. y
BUDDHADEV, CHAKRABARTI**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 430 208 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

Estructura compuesta que tiene núcleo de armazón cerámico y método para fabricar la misma.

5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere generalmente a estructuras compuestas cerámicas y trata más particularmente de una construcción compuesta de tipo sándwich que tiene un núcleo de armazón cerámico y un método de preparación de la misma.

10

Antecedentes

El documento US 2005/0025948 divulga una estructura laminada compuesta que incluye una primera lámina de cara que tiene una pluralidad de capas de pliegue; una segunda lámina de cara que tienen una pluralidad de capas de pliegue; y una pluralidad de agrupamientos de fibras de 3 D que se extiende desde la primera capa hasta la segunda capa, y se integra en una pluralidad de capas de pliegue de la primera lámina de cara y la segunda lámina de cara en al menos una dirección Z-X.

15

El documento US 6.291.049 divulga una estructura de sándwich que incluye un núcleo que tiene superficies opuestas de parte superior y parte inferior, una pluralidad de vástagos discretos dispuestos a través del núcleo y que se extienden más allá de las superficies superior e inferior del núcleo, una lámina de cara sobre la superficie de núcleo superior y una lámina de cara sobre la superficie de núcleo inferior. Los extremos de cada vástago se doblan y se pliegan entre las respectivas superficies y las láminas de cara. También se divulga un núcleo reforzado para una estructura de sándwich que no tiene láminas de cara unidas al mismo. También se divulga un método para preparar dicho núcleo reforzado y estructuras de sándwich completas que incluyen dicho núcleo.

20

25

El documento US 2002/0144767 divulga un método y aparatos para formar una estructura laminada compuesta reforzada con fibras afianzada en el eje Z y sometida a pultrusión. Se tira automáticamente de las capas superior e inferior y el núcleo a través de una herramienta en la cual se humedece el material de capas con resina y se preconforma el laminado compuesto con su espesor final aproximado. Se sigue tirando del laminado compuesto preconformado en una máquina automática de deposición de fibras de 3 dimensiones en el eje Z que deposita "agrupamientos de filamentos de fibras" en ubicaciones múltiples en la dirección normal con respecto al plano de la estructura laminada compuesta y corta cada agrupamiento individual de manera que quede una extensión de cada "agrupamiento de filamentos de fibra" por encima de la capa superior y por debajo de la capa inferior. Posteriormente, se continúa tirando del laminado compuesto preconformado en una segunda estación de humedecido. A continuación, el laminado compuesto preconformado viaja al interior de un troquel de pultrusión donde todos los "agrupamientos de filamentos de fibras" se doblan por encima de la capa superior y por debajo de la capa inferior produciendo un refuerzo de fibras afianzado en el eje Z a medida que se tira del laminado compuesto, se cataliza y se cura en la sección trasera del troquel de pultrusión. Se sigue tirando del laminado compuesto por medio de pinzas que posteriormente lo introducen en una máquina CNC que se sincroniza con la velocidad de tirado de las pinzas y donde tienen lugar las operaciones de maquinizado computerizado, perforación y corte.

30

35

40

Se pueden usar las estructuras compuestas cerámicas de matriz (CMC) en aplicaciones aeroespaciales y otras debido a su capacidad para soportar temperaturas de operación relativamente elevadas. Por ejemplo, se pueden usar las estructuras CMC para fabricar partes sometidas a gases de combustión de temperatura elevada en las aplicaciones para aviones. Un tipo de estructura CMC emplea una construcción de sándwich en la cual se unen dos láminas de cara CMC a un núcleo. En una construcción de sándwich, se puede reforzar el núcleo por medio de una serie de vástagos CMC de tipo armazón que se extienden a través del espesor del núcleo y que penetran en las láminas de cara. Estos vástagos proporcionan trayectorias de carga a lo largo de las cuales se transfieren cargas de compresión, tracción y/o cizalladura entre las láminas de cara. No obstante, la capacidad de transporte de carga de esta construcción anterior de armazón es limitada, debido a la resistencia de unión limitada entre los extremos de los vástagos y los pliegues de las láminas de cara, especialmente cuando las láminas de cara son relativamente finas.

45

50

Se puede aumentar la resistencia de unión entre los vástagos CMC y las láminas de cara si pudieran doblar los extremos de los vástagos de manera que se extiendan en dirección paralela a las láminas de cara, proporcionando una mayor área de unión. No obstante, esta solución no es viable, ya que los vástagos CMC son relativamente frágiles y se pueden romper si se intentan doblar los extremos de los mismos.

55

Por consiguiente, es necesario una estructura de CMC que tenga un núcleo de armazón cerámico que exhiba mejores propiedades de unión entre el núcleo y las láminas de cara. Se pretende que las realizaciones de la divulgación satisfagan esta necesidad.

60

Sumario

De acuerdo con la presente invención se proporciona un método para preparar una estructura compuesta cerámica y la propia estructura cerámica compuesta de las reivindicaciones adjuntas.

65

Una estructura CMC incluye una construcción de sándwich que tiene un núcleo reforzado de armazón cerámico. Se logra una unión superior entre el núcleo y las láminas de cara doblando los extremos externos de los vástagos CMC formando el armazón. Doblando los extremos de los vástagos CMC, se proporciona una mayor área de unión entre los vástagos y las láminas de cara, mejorando de este modo la capacidad de transmisión de carga del núcleo. Se pueden doblar los extremos de los vástagos CMC retirando el material de la matriz de los extremos de los vástagos que dobla las fibras cerámicas. Cuando se ha retirado el material de la matriz, el resto de fibras cerámicas son relativamente flexibles, lo que las permite doblarse de manera que se extienden en la dirección paralela y se pueden unir con las superficies planas de las láminas de cara.

De acuerdo con una realización del método divulgada, se puede fabricar una estructura compuesta cerámica por medio de etapas que comprenden: formar un núcleo que incluye un armazón cerámico que tiene una pluralidad de vástagos formados por fibras cerámicas que se mantienen en un aglutinante rígido; retirar el aglutinante de los extremos de los vástagos para exponer las fibras cerámicas; doblar los extremos de los vástagos; y unir una lámina de cara a los extremos de los vástagos. Se puede formar el armazón cerámico insertando los vástagos en un vehículo de tal modo que los extremos de los vástagos sobresalgan del vehículo. Posteriormente, se retira el aglutinante de los extremos por medio de proceso de ataque químico, pulverización o ablación. Se pueden aplicar los pliegues de las láminas de cara al núcleo, penetrando en los extremos de los vástagos antes de retirar el material de aglutinante de los extremos de los vástagos. Tras la retirada del material de aglutinante, se pueden unir las fibras cerámicas expuestas de los vástagos a los pliegues, o entre los pliegues, de las láminas de cara.

De acuerdo con otra realización del método, se puede fabricar un núcleo de armazón cerámico en una estructura compuesta cerámica por medio de un proceso que comprende las etapas de: formar un armazón cerámico que usa una pluralidad de vástagos cerámicos compuestos, donde los vástagos cerámicos compuestos comprenden fibras cerámicas que se mantienen en una matriz; y retirar la matriz de los extremos de los vástagos para exponer las fibras cerámicas. Se puede formar el armazón insertando parcialmente los vástagos en una espuma de vehículo de manera tal que los vástagos cerámicos quedan expuestos. Se retira la matriz de los extremos de los vástagos de manera que únicamente queden las fibras cerámicas flexibles. Se pueden doblar las fibras cerámicas flexibles para conformar la superficie de las láminas de las caras a las cuales se puede unir el núcleo. Se puede retirar el aglutinante de la matriz de los extremos de los vástagos CMC por medio de varios procesos, incluyendo ataque químico, pulverización o ablación. Se puede aplicar una capa de material protector sobre el vehículo con el fin de proteger el vehículo durante el proceso de retirada de aglutinante de matriz.

De acuerdo con otra realización de método, se puede preparar una estructura compuesta cerámica por medio de etapas que comprenden: fabricar un núcleo, y unir una lámina de carga al núcleo por medio de unión de la lámina de cara a los extremos doblados y expuestos de las fibras cerámicas que forman parte del núcleo. El núcleo se puede preparar por medio de: formación de una serie de vástagos cerámicos compuestos dentro de un vehículo, comprendiendo cada una de los vástagos fibras cerámicas que se mantienen en una matriz y someter a protrusión a partir del vehículo; retirar la matriz de los extremos de protrusión de los vástagos para exponer partes de las fibras cerámicas; y, doblar las partes expuestas de las fibras cerámicas de manera que se puedan unir a las láminas de las caras.

De acuerdo con una realización, una estructura cerámica compuesta comprende: un parte de láminas de cara cerámicas compuestas generalmente paralelas; y un núcleo que incluye un armazón dispuesto entre y unido a las láminas de caras, incluyendo el armazón una pluralidad de vástagos cerámicos compuestos, incluyendo cada una de los vástagos partes medianas que se extienden generalmente en la dirección transversal a las láminas de cara, y partes distales que se extienden generalmente paralelas y se unen a las láminas de cara. Al menos una de las láminas de cara puede incluir pliegues múltiples, y las partes distales de los vástagos se pueden intercalar entre estos pliegues. Alternativamente, las partes distales de los vástagos se pueden unir a una cara interior de las láminas de cara.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones divulgadas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones, cuando se observan de acuerdo con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un dibujo isométrico de una construcción de sándwich CMC de la técnica anterior, que emplea un núcleo de armazón cerámico, el vehículo no mostrado y las partes de las láminas de cara que se han separado para mostrar mejor los extremos rectos de los vástagos CMC.

La Figura 2 es un dibujo en corte transversal de una parte de una construcción de sándwich CMC que tiene un núcleo de armazón cerámico de acuerdo con una realización de la divulgación.

La Figura 3 es una vista en corte transversal que ilustra una etapa de un método para preparar una construcción de sándwich CMC.

La Figura 4 es una vista de corte transversal que ilustra otra etapa del método.

La Figura 5 es una vista similar a la Figura 4 pero que muestra los extremos doblados de los vástagos CMC que se han doblado entre los pliegues de una lámina de cara.

La Figura 6 es una vista en corte transversal que ilustra una realización alternativa de una construcción de sándwich CMC.

La Figura 7 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra las etapas básicas de un proceso usado para fabricar un sándwich CMC que tienen un núcleo de armazón cerámico.

La Figura 8 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra etapas alternativas para fabricar la reserva de vástago cerámica.

La Figura 9 es un diagrama de flujo de una producción de avión y metodología de servicio.

La Figura 10 es un diagrama de bloques de un avión.

Descripción detallada

Haciendo primero referencia a la Figura 1, una construcción de sándwich típica de CMC de la técnica anterior comprende una par de láminas de caras 14, 16 de CMC paralelas, unidas a un núcleo que incluye una serie de vástagos cerámicos 18. Los vástagos 18 están dispuestos con patrones en "X" y funcionan para reforzar un núcleo que puede incluir una espuma estructural (no mostrada). Cada uno de los vástagos 18 es recto, y tiene extremos que se extienden a través de y se unen a láminas de cara 14, 16. El área entre los vástagos 18 y las láminas de cara 14, 16 está limitada a la profundidad de penetración de los extremos de los vástagos 18 en el interior de las láminas de cara 14, 16.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 2 y 6, una construcción 20 de sándwich de CMC comprende ampliamente una par de láminas de cara 24, 26 de CMC paralelas unidas a un núcleo 22. El núcleo 22 puede comprender un armazón de CMC 25 que se mantiene dentro de una capa 30 de espuma estructural o semi-estructural. El armazón 25 refuerza el núcleo 22 y puede funcionar para transmitir cargas compresivas, de tracción y/o de cizalladura entre las láminas de cara 24, 26. En el ejemplo ilustrado, las láminas de cara 24, 26 son lisas y se extienden sustancialmente paralelas una a la otra; no obstante son posibles otras geometrías, incluyendo pero sin limitación, curvilíneas no paralelas y combinaciones de curvilíneas y rectilíneas.

Cada una de las láminas de cara 24, 26 puede comprender capas múltiples o pliegues de fibras de tela cerámicas en una suspensión cerámica. Según se usa en la presente memoria, la expresión "fibra cerámica" se refiere a materiales cerámicos convencionalmente conocidos y comercialmente disponibles que se fabrican en forma de fibra. Las fibras cerámicas pueden incluir, pero sin limitarse a, carburo de silicio, sílice, TYRANNO®, alúmina, aluminosilicato, aluminoborosilicato, nitruro de silicio, boruro de silicio, boronitruro de silicio y materiales similares. La estructura de armazón 25 define trayectorias de carga que refuerzan la construcción de sándwich 20 permitiendo la fabricación de estructuras de CMC que son por un lado auto portantes y por otro, portadoras de carga, si se desea. El sándwich CMC 20 se adapta particularmente bien a las aplicaciones de alta temperatura debido a que todos los constituyentes usados en el sándwich 20 están basados en cerámica.

La capa 30 forma un vehículo para albergar el armazón 25 en su sitio durante la fabricación, y puede añadir rigidez estructural al sándwich 20, dependiendo de los materiales usados. La capa portadora 30 puede comprender una variedad de materiales que incluyen por ejemplo, sin limitación, espuma orgánica perecedera, una espuma ligera de polinetacrilimida (PMI) de célula cerrada, azulejo, modelaje rígido u otro material cerámico. Ejemplos adicionales de materiales cerámicos que se pueden usar como capa de vehículo 30 incluyen, sin limitación, fieltro cerámico, otros aislamientos cerámicos fibrosos (blandos o rígidos), cerámicas monolíticas, etc. Una espuma rígida particular apropiada para su uso en la capa cerámica 30 se divulga en la patente de EE.UU. Nº 6.176.782, expedida el 6 de abril de 2002 y concedida a The Boeing Company. El aislamiento de espuma rígida descrito en esta patente anterior es una combinación de fibras cerámicas que se sinterizan juntas para formar un material altamente poroso de baja densidad, con baja conductividad térmica. Esta espuma exhibe elevada resistencia a la tracción y buena estabilidad dimensional. Según se usa en la presente memoria, generalmente se pretende que el material de "alta temperatura" se refiera a temperaturas por encima de las cuales los materiales poliméricos exhiben una capacidad disminuida.

La estructura de armazón 25 comprende una serie de vástagos de CMC 28 que se extienden a través del espesor de la capa de vehículo 30, generalmente en dirección transversal a las láminas de cara 24, 26. Los vástagos se forman a partir de una reserva de vástagos que comprende fibras cerámicas que se mantienen en un aglutinante rígido cerámico o matriz. Se pueden fabricar los vástagos 28 con materiales que permiten el decapado del material de la matriz, para los fines que se describen a continuación. El diámetro de las fibras individuales de los vástagos 28 es relativamente pequeño en comparación con el vástago global 28; por ejemplo, en una realización satisfactoria, las fibras pueden tener un diámetro de aproximadamente 11 micrómetros, donde el vástago tiene un diámetro total de

aproximadamente 700 micrómetros.

Los vástagos 28 se pueden disponer en grupos que formen una geometría de red de armazón, tal como una geometría tetragonal, por ejemplo. Cada uno de los vástagos 28 incluye partes 28a medias y rectas, y partes 28b distales opuestas que están intercaladas entre y se unen a los pliegues adyacentes 24a, 24b y 26a, 26b de las respectivas láminas de caras 24, 26. En una realización, los vástagos 28 pueden formar un ángulo de aproximadamente 30 grados con respecto a un eje que se extiende en la dirección normal a las láminas de las caras 24, 26, como se observa del mejor modo posible en la Figura 2. Las partes distales 28b de cada uno de los vástagos 28 se doblan, de manera que se extienden en la dirección paralela al plano de las láminas de las caras 24, 26. La longitud de las partes distales 28b dependerá de la aplicación particular; en una realización, una longitud aproximadamente igual a un valor de 4 a 5 veces el diámetro del vástago 28 proporcionó resultados satisfactorios.

Como se ha comentado anteriormente, en la realización ilustrada en las Figuras 2 y 5, las partes distales 28b se intercalan entre y se unen a los pliegues 24a, 24b y 26a, 26b de las correspondientes laminas de caras 24, 26. Se puede determinar la resistencia de enlace entre cada uno de los vástagos 28 y las láminas de caras 24, 26 en parte por medio de la longitud a lo largo de la cual se une la parte distal 28 a las láminas de cara 24, 26. En la construcción 20 de sándwich curada final, el uso de adhesivos aplicados a partir de los pliegues 24a, 24b, 26a y 26b funciona para unir las partes distales 28b de los vástagos 28 a las láminas de cara 24, 26.

La Figura 6 muestra una realización alternativa 20a de la construcción de sándwich. En esta realización, las partes distales 28b de los vástagos 28 se unen directamente a las caras opuestas interiores de las láminas de cara 24, 26 a través de una capa 40 de adhesivo que puede comprender un adhesivo en forma de película aplicado durante el proceso de fabricación y/o un material de matriz procedente de las láminas de cara 24, 26.

Ahora se dirige la atención a las Figuras 3, 4, 5, 7 y 8, que divulgan un método para fabricar la estructura 20 de sándwich CMC descrita anteriormente. Comenzando con la etapa 42 (Fig. 7), se fabrica un material para conformar los vástagos 28 usando por ejemplo, sin limitación, un proceso de pultrusión que se conoce en la técnica. Se puede adaptar la fabricación de los vástagos 28 para facilitar el proceso que posteriormente se usa para retirar el material de matriz de los extremos de los vástagos para exponer las fibras cerámicas.

Haciendo referencia particular a la Figura 8, se puede fabricar una longitud continua de reserva de vástago por medio de pultrusión en la cual se someten a pultrusión las fibras cerámicas, como se muestra en la etapa 60. A continuación, se puede usar cualquiera de los procesos designados como "A", "B" y "C" para formar una construcción de vástagos que usan materiales y procesos que dan lugar a un vástago más flexible para los procesos posteriores usados para retirar la matriz de los extremos de los vástagos. De este modo, usando el proceso "A", se revisten por debajo las fibras cerámicas sometidas a pultrusión en la etapa 62 con un revestimiento de baja temperatura tal como epoxi en un intervalo fijado. A continuación, en la etapa 64, las fibras revestidas por debajo se revisten por encima con una suspensión cerámica, y posteriormente se calientan en la etapa 66. El proceso alternativo "B" comienza en la etapa 68 en la cual se revisten las fibras cerámicas con un material para adaptar la resistencia y la fragilidad de los vástagos. De manera similar, se puede usar un esquema de calentamiento con temperatura en la etapa 70 para permitir una mejor retirada de la matriz con medios mecánicos, técnicos o químicos. El proceso alternativo "C" comienza con el revestimiento por debajo de las fibras con un revestimiento epoxi o similar en la etapa 72, después de lo cual, en la etapa 74, las fibras revestidas por debajo se revisten por encima con una suspensión cerámica. A continuación, se calientan las fibras revestidas, en la etapa 76, a una temperatura intermedia.

Volviendo ahora a la Figura 7, habiendo fabricado la reserva de vástago en la etapa 42, se fabrica un vehículo apropiado 30 en la etapa 44, que puede comprender formar una capa de peso ligero, una espuma de baja densidad o un material cerámico como se ha descrito anteriormente. Dependiendo del proceso usado para retirar el aglutinante de matriz de los vástagos 28 en una etapa posterior, se puede aplicar opcionalmente un revestimiento protector 32 al vehículo 30 en la etapa 46 con el fin de proteger el vehículo 30 frente a la erosión u otro daño durante el procedimiento de retirada de la matriz.

En la etapa 48, se insertan los vástagos individuales 28 en el vehículo 30. El proceso de inserción de vástagos se puede llevar a cabo usando diseños de equipos conocidos que insertan la reserva de vástago en el interior del vehículo 30 con ángulos predeterminados y posteriormente corta la reserva de vástago hasta la longitud final deseada del vástago 28. El proceso de inserción de vástagos se lleva a cabo de tal forma que los extremos externos de los vástagos permanezcan expuestos, sobresaliendo del vehículo 30.

A continuación, en la etapa 50, se pueden aplicar opcionalmente uno o dos pliegues de hoja pre-impregnada sobre la superficie del núcleo de armazón, pasando los extremos de los vástagos 28 a través de las capas de hoja pre-impregnada con el fin de unirse mejor y fijar los vástagos 28 en las láminas de cara 24, 26. En la etapa 52, posteriormente se pelan los extremos de los vástagos 28 retirando el aglutinante de matriz en las partes distales 28b usando cualesquiera procesos diferentes. La retirada del aglutinante de matriz rígido expone las fibras cerámicas 34 en las partes distales 28b, como se muestra en las Figuras 4 y 5. Las fibras cerámicas individuales expuestas de los extremos de los vástagos 28 son relativamente flexibles, debido a su diámetro relativamente pequeño, permitiendo

que las partes distales 28b se doblen o se pelen de manera que se coloquen paralelas a las láminas de cara 24, 26.

5 Se puede retirar el aglutinante de matriz de las partes distales 28b de los vástagos 28 por medio de ataque químico, pulverización u otras formas de procesos mecánicos o de ablación, que pueden incluir, pero sin limitarse a, erosión, evaporación, fusión y vaporización. Por ejemplo, los extremos del núcleo de armazón se pueden sumergir en un agente de ataque químico para someter las partes distales 28b a ataque químico que retira el aglutinante de matriz. Durante este proceso, el revestimiento 32 protege las partes medias 28a del núcleo de armazón frente al peligro. Un proceso mecánico para retirar el aglutinante de matriz de los extremos de los vástagos puede comprender el machacado de los extremos de los vástagos entre dos rodillos o aparato mecánico similar. Se pueden usar otros procesos químicos para retirar el aglutinante de matriz de los extremos de los vástagos que se formulan particularmente para retirar el revestimiento de la parte de debajo y/o el revestimiento de la parte de encima aplicado a las fibras cerámicas como se ha comentado anteriormente con referencia a la Figura 8.

10 En las aplicaciones en las que se aplica el revestimiento protector 32 al vehículo 30, se puede llevar a cabo opcionalmente la etapa 54, que consiste en la retirada del revestimiento protector 32 por medio de varios procesos apropiados, incluyendo incineración (combustión).

15 En la etapa 56, se coloca el sándwich de estratificación sobre una herramienta, después de lo cual, en la etapa 58, se cura el estratificado y se sinteriza con el fin de unir la hoja pre-impregnada al núcleo y crear una construcción de sándwich curada. Se puede aplicar presión mecánica en la dirección de la flecha 36 (Figura 4) con el fin de compactar los pliegues y forzar a las fibras expuestas 34 a que adopten una posición lisa paralela a los pliegues 24a, 24b.

20 Haciendo referencia ahora a las Figuras 9 y 10, se pueden usar las realizaciones de la divulgación en el contexto de un método 78 de servicio y fabricación de aviones como se muestra en la Figura 9 y un avión 94 como se muestra en la Figura 10. Durante la producción, el método ejemplar 78 puede incluir especificaciones y diseño 80 del avión 94 y aprovisionamiento de materiales 82. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 84 del sub-ensamblaje y los componentes y la integración del sistema 86 del avión 94. Posteriormente, el avión puede pasar por el proceso de certificación y suministro 88 con el fin de su puesta en servicio 90. Aunque se ponga en servicio por parte de un cliente, el avión 94 está programado para el servicio 90 y mantenimiento rutinarios (que también pueden incluir modificación, re-configuración, remodelación, y similares).

25 Cada uno de estos procesos del método 78 se puede llevar a cabo por medio de un integrador de sistema, una tercera parte y/o un operador (por ejemplo, un cliente). Para los fines de la presente memoria descriptiva, el integrador de sistema puede incluir sin limitación cualesquiera fabricantes de aviones y sub-contratistas de sistemas principales; una tercera parte puede incluir sin limitación cualquier número de vendedores, sub-contratistas y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, una compañía de leasing, una institución militar, un organización de servicios y similares.

30 Como se muestra en la Figura 10, el avión 94 producido por medio del método ejemplar 78 puede incluir un fuselaje 98 con una pluralidad de sistemas 96 y un interior 100. Ejemplos de sistemas 96 de alta calidad incluyen uno o más sistemas de propulsión 102, un sistema eléctrico 104, un sistema hidráulico 106 y un sistema ambiental 108. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, se pueden aplicar los principios de la invención a otras industrias, tale como la industria de automoción.

35 Se puede emplear el aparato realizado en la presente memoria durante una cualquiera o más de las etapas del método 78 de producción y servicio. Por ejemplo, se pueden fabricar los componentes o los sub-ensamblajes que corresponden al proceso de producción 84 de manera similar a los componentes o sub-ensamblajes producidos mientras que el avión 94 se encuentre en servicio. De igual forma, se pueden utilizar una o más realizaciones de aparato durante las etapas de producción 84 y 86, por ejemplo, facilitando el ensamblaje o reduciendo el coste del avión 94. Similarmente, se pueden utilizar uno o más ambientes de aparato durante el período en el que el avión 94 se encuentra en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y el servicio 92.

40 Aunque se han descrito las realizaciones de la presente divulgación con respecto a determinadas realizaciones ejemplares, debe entenderse que las realizaciones específicas son con fines de ilustración y no de limitación, de modo que los expertos en la técnica podrán concebir otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar una estructura (20) compuesta cerámica que comprende las etapas de:
- 5 (A) formar un núcleo (22) que incluye un armazón cerámico (25) que tiene una pluralidad de vástagos (28) formados por fibras cerámicas (34) que se mantienen en un aglutinante rígido;
(B) retirar el aglutinante de los extremos de los vástagos para exponer las fibras cerámicas;
(C) doblar los extremos de los vástagos, y
(D) unir una lámina de caras (24, 26) a los extremos de los vástagos.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (A) incluye:
- insertar (48) una longitud de reserva de vástago en el interior de un vehículo (30), y
cortar la longitud de la reserva de vástago de manera que los extremos de los vástagos queden expuestos.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, donde la reserva de vástago se inserta en el interior de una capa de espuma.
4. El método de la reivindicación 1, que además comprende la etapa de:
- 20 (E) proteger una parte del núcleo durante la retirada del aglutinante en la etapa (B) por medio de aplicación de un revestimiento protector a la parte del núcleo.
5. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (B) se lleva a cabo por medio de ataque químico de los extremos de los vástagos.
- 25 6. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (B) se lleva a cabo por medio de pulverización de los extremos de los vástagos.
7. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (B) se lleva a cabo por medio de ablación.
- 30 8. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (C) se lleva a cabo por medio de:
- poner en contacto la lámina de caras (24a, 24b) con las fibras cerámicas expuestas (34) y
doblar las fibras cerámicas expuestas usando las láminas de caras.
- 35 9. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (C) incluye unir las fibras cerámicas expuestas entre los pliegues de la hoja pre-impregnada cerámica.
10. El método de la reivindicación 1, que además comprende la etapa de:
- 40 (F) especificar y diseñar (80) de un sub-ensamblaje de un avión (94) que incluye la estructura compuesta.
11. El método de la reivindicación 1, que además comprende la etapa de:
- 45 (F) aprovisionar (82) el material usado para fabricar la estructura compuesta.
12. Una estructura (20) cerámica compuesta que comprende:
- un par de láminas de caras (24, 26) cerámicas compuestas generalmente paralelas; y
50 un núcleo (22) dispuesto entre y unido a las hojas de láminas, incluyendo el núcleo un armazón cerámico (25), incluyendo el armazón una pluralidad de vástagos (28) cerámicos compuestos, incluyendo cada uno de los vástagos partes medias (28a) que se extienden generalmente en la dirección transversal de las láminas de caras, y partes distales (28b) que se extienden generalmente en dirección paralela y se unen a las hojas de las láminas de caras.
- 55 13. La estructura (20) cerámica compuesta de la reivindicación 12, donde:
- al menos una de las láminas de caras (24, 26) incluye pliegues múltiples, y
las partes distales (28b) de los vástagos (28) se intercalan entre los pliegues.
- 60 14. La estructura (20) cerámica compuesta de la reivindicación 13, donde al menos parte de los vástagos (28) se extiende de manera que los vástagos formen un ángulo de aproximadamente 30 grados con respecto a los planos de las láminas de caras (24, 26).
- 65 15. La estructura (20) cerámica compuesta de la reivindicación 13, donde las partes distales (28b) de los vástagos (28) se unen a las superficies opuestas interiores de las láminas de caras.

16. La estructura (20) cerámica compuesta de la reivindicación 13, donde el núcleo (22) además incluye una espuma estructural que rodea al armazón cerámico (25).

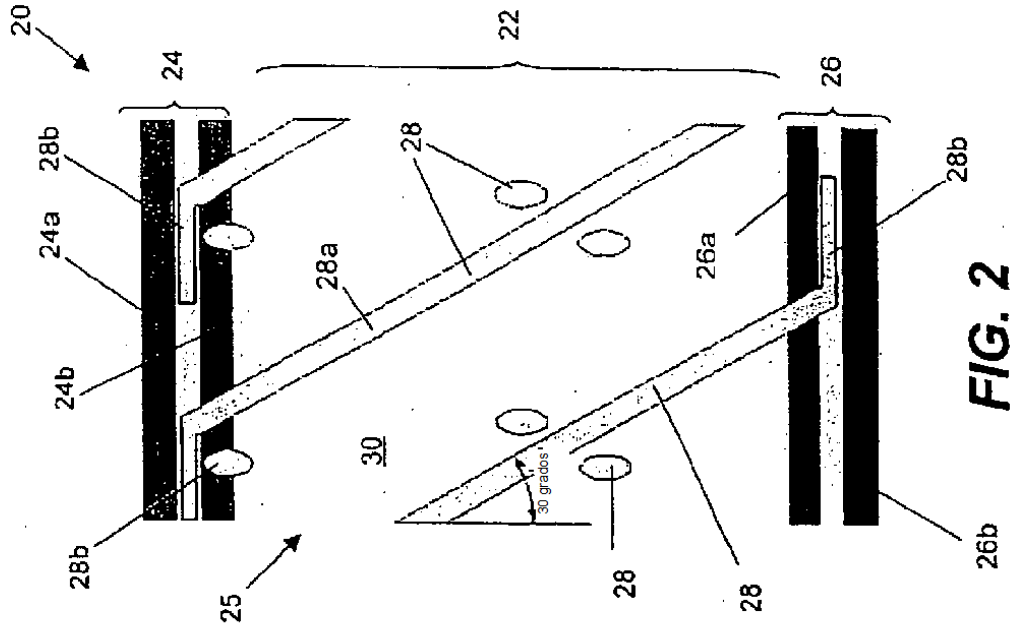


FIG. 2

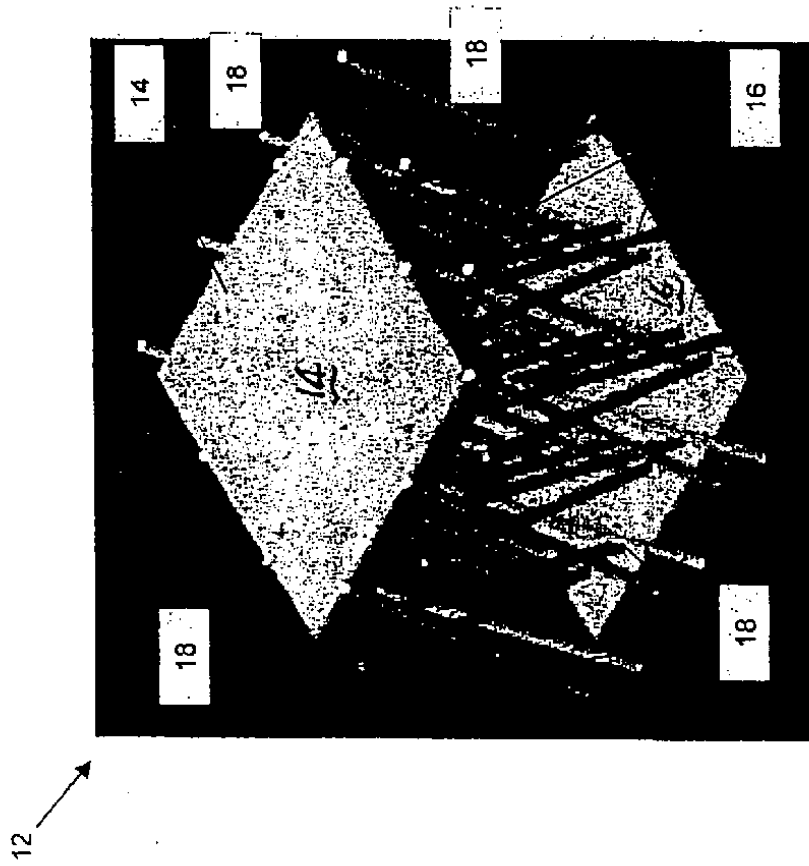


Fig. 1 (Técnica Anterior)

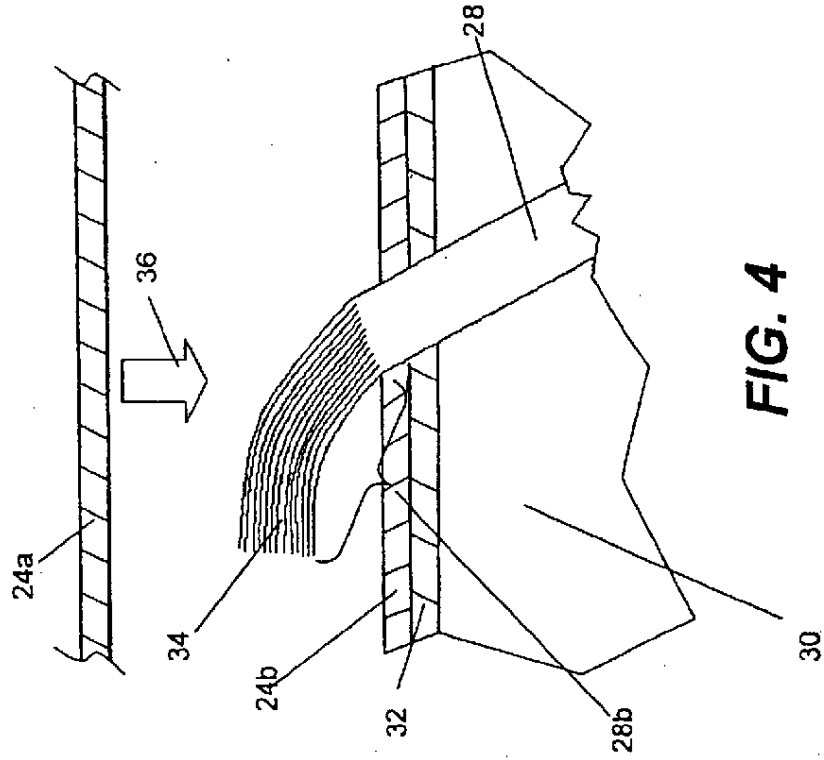


FIG. 4

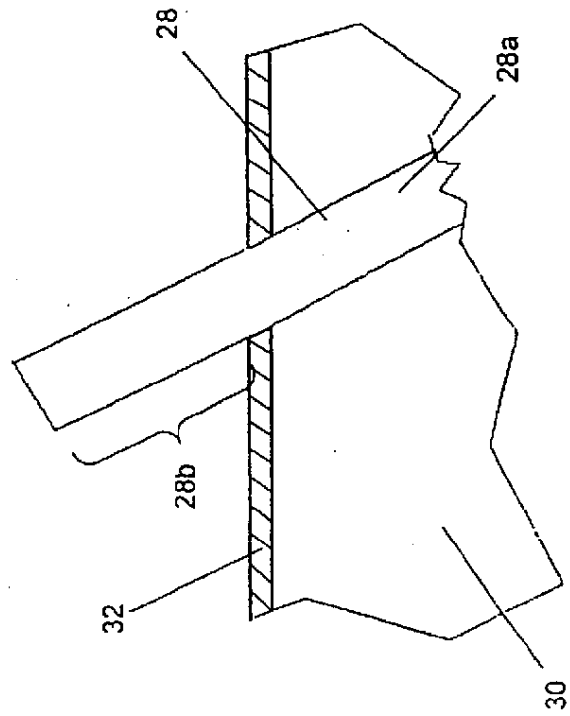


FIG. 3

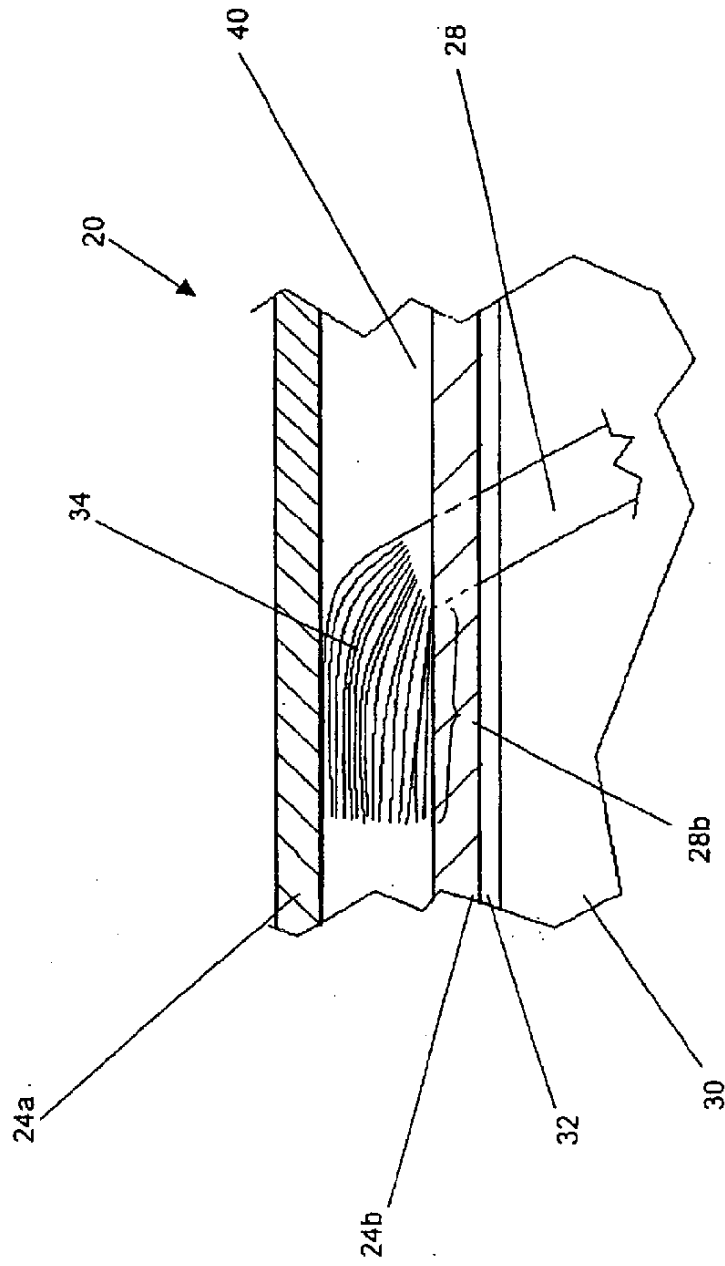


FIG. 5

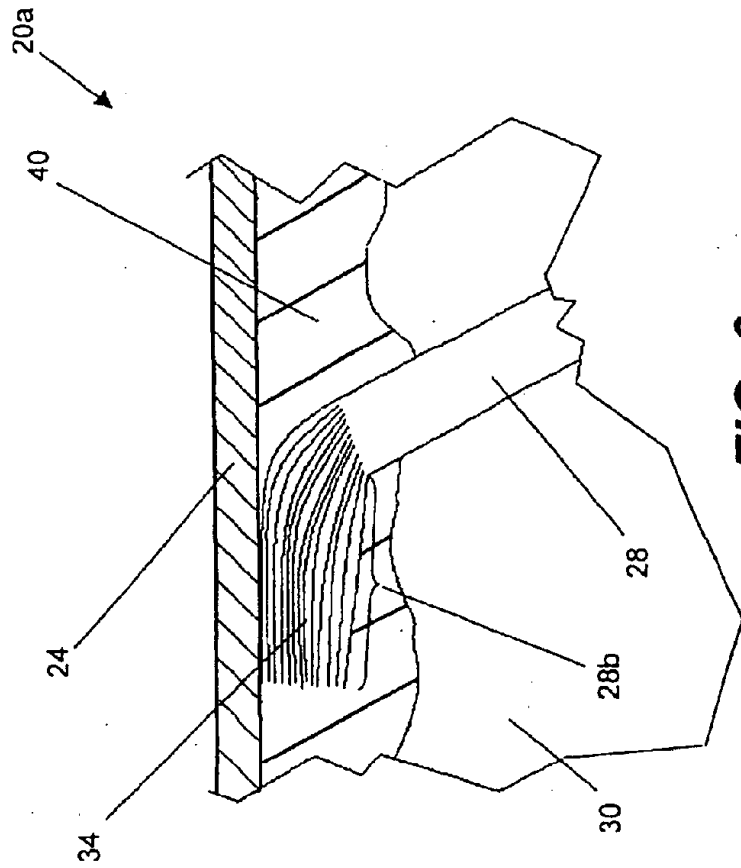


FIG. 6

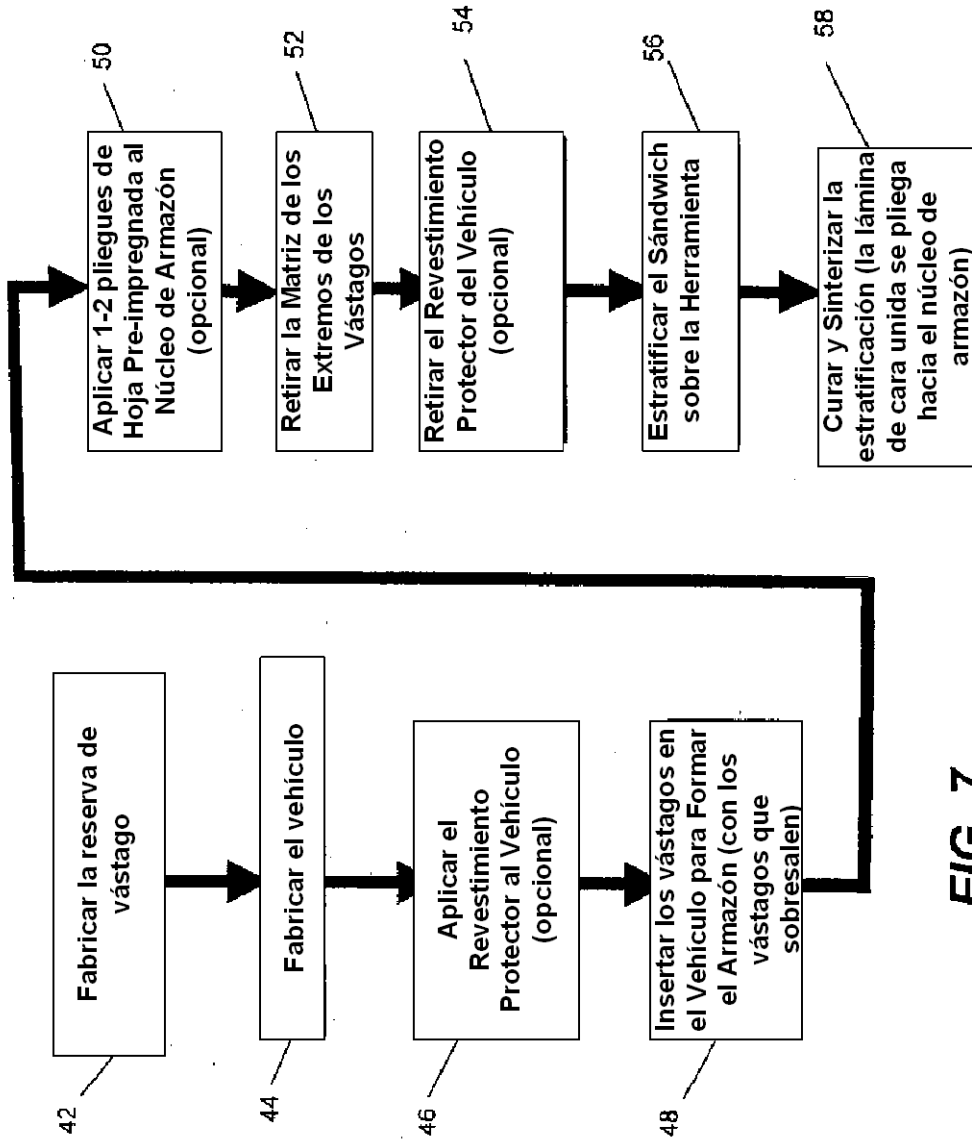


FIG. 7

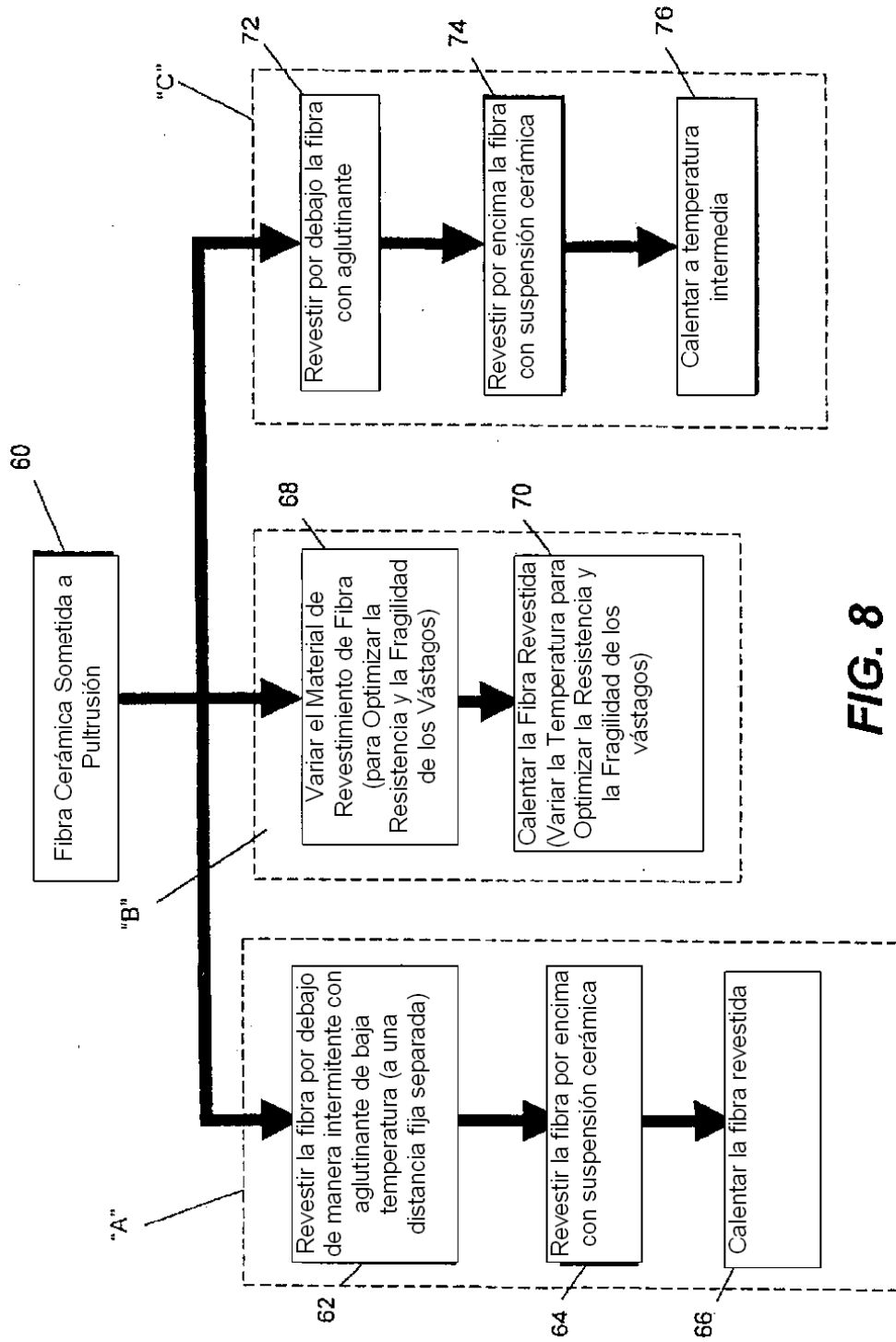


FIG. 8

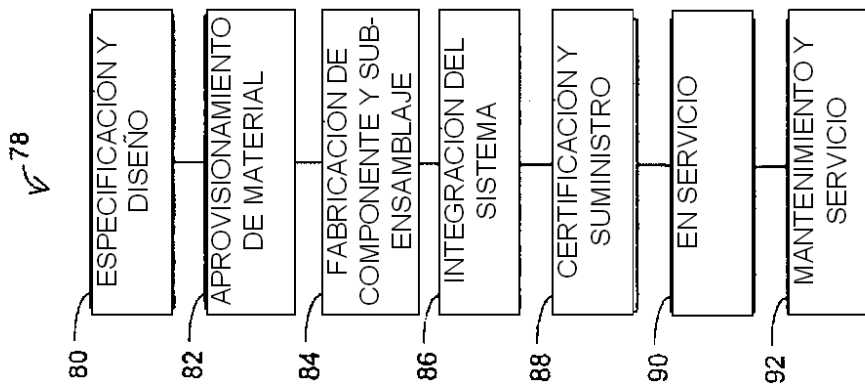


Figura 9

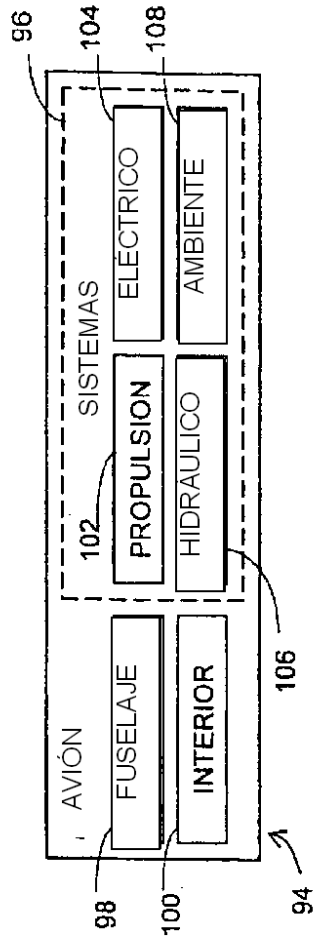


Figura 10