

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 655**

51 Int. Cl.:

B64C 3/18 (2006.01)

B64C 3/24 (2006.01)

B64C 3/26 (2006.01)

B29C 33/30 (2006.01)

B29C 70/30 (2006.01)

B29D 22/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2006 E 08001329 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **26.08.2015 EP 2017051**

54 Título: **Método para fabricar una familia de alas de aviones**

30 Prioridad:

01.11.2005 US 264608

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

14.12.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PRICHARD, ALAN K.;
STUHR, VÍCTOR K. y
OLIVADOTI, JOSEPH R.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

DESCRIPCIÓN

Método para fabricar una familia de alas de aviones

5 **CAMPO TÉCNICO**

La siguiente descripción se refiere en general a un método para fabricar alas de aviones y, más particularmente, a un método para fabricar una familia de alas de aviones.

ANTECEDENTES

10 Los fabricantes de aviones reactores de transporte a menudo desarrollan familias de aviones que son derivadas a partir de un modelo base original. Este enfoque reduce los costes de fabricación y explotación por el uso de partes y montajes comunes. Típicamente, la operación de los modelos derivados es más económica y ventajosa debido al aumento de la capacidad de pasajeros.

15 Aunque la mayor parte del aumento de la capacidad de pasajeros procede de la extensión del fuselaje, sería ventajoso en algunos casos incrementar la capacidad de pasajeros (y/o la capacidad de combustible, la capacidad de carga, etc.) incrementando la zona del ala. Sin embargo, no es fácil modificar las estructuras de las alas de aviones convencionales para incrementar la zona del ala. Esto es desfavorable porque el crecimiento del ala puede de hecho ofrecer un rango más amplio de opciones de tamaño de avión (es decir, pesos totales) que el aumento del fuselaje.

20 La estructura primaria de las alas de aviones reactores de transporte convencionales es fabricada típicamente de aluminio u otros metales. La construcción de este tipo de estructura puede ser extremadamente laboriosa porque muchos de los componentes son esencialmente hechos a mano, partes confeccionadas a medida que son únicas para un modelo de avión particular. Una consecuencia relacionada con esto es que también el montaje de estas partes es a menudo único para el modelo de avión particular. Estos factores hacen difícil explotar económicamente una familia de alas de avión basadas en un modelo original.

30 El documento EP 0 197 709 describe un moldeo de bolsa de vacío de artículos de plástico reforzado con fibra de carbono, con forma de hoja, curados con calor, con bordes conformados, que es realizado previendo elementos periféricos del molde del perfil de borde de molde correspondiente en la cara de moldeo del utillaje de moldeo con la provisión para el deslizamiento de elementos periféricos a través de la cara de moldeo durante el curado. El documento DE 3242949 describe un proceso para producir y posicionar espacios de apoyo hechos de materiales reforzados con fibra para la fabricación de componentes moldeados.

35 El documento WO 86/03172 describe un método de diseño y construcción para una serie escalonada de aviones de varios tamaños de los cuales, los costes de desarrollo se minimizan manteniendo una configuración de escala consistente de modelo a modelo, y los costes de producción se minimizan a través del reuso o reutilización máxima de los moldes, guías, plantillas u otras herramientas para la fabricación de partes desglosadas, subensamblajes y componentes de los armazones de aviones.

SUMARIO

45 Este sumario está previsto sólo para ayudar al lector y no está pensado para limitar la invención según está establecida por las reivindicaciones. En particular, un primer aspecto de la presente invención se refiere a un método de fabricación de alas de avión de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

50 Se describen métodos para fabricar estructuras de material compuesto. Más específicamente, se describen métodos para fabricar estructuras de material compuesto para aviones. Se describe un utillaje de montaje para fabricar láminas de material compuesto que incluye una plancha de utillaje llevada por un sistema de soporte móvil. La plancha de utillaje tiene una superficie de utillaje configurada para soportar una o más capas de material de resina reforzado con fibra. La superficie de utillaje define la línea de molde exterior (OML) del material de resina reforzado con fibra. El sistema de soporte móvil está configurado para responder a señales desde un controlador para cambiar automáticamente la forma de la superficie de utillaje desde una primera forma a una segunda forma, diferente de la primera forma. El sistema de soporte móvil incluye una pluralidad de accionadores telescópicos acoplados en operación a la plancha de utillajes. Cada uno de los accionadores telescópicos puede ser extendido y retraído a lo largo de un eje central para cambiar la forma de la superficie de utillaje.

60 Se describe un ala de avión q incluye una pluralidad de costillas o nervaduras de ala que se extienden entre un primer revestimiento de ala y un segundo revestimiento de ala. El primer revestimiento de ala puede estar formado por material de resina reforzado con fibra y puede incluir una pluralidad de primeras ranuras de costilla o nervadura posicionadas adyacentes a una primera superficie interior. El segundo revestimiento de ala puede también estar formado por material de resina reforzado con fibra y puede incluir una pluralidad de segundas ranuras de costilla o nervadura posicionadas adyacentes a una segunda superficie interior. Cada una de las costillas o nervaduras de ala que se extienden entre el primer y segundo revestimientos de ala incluye una primera porción recibida en una de las primeras ranuras de costilla o nervadura y una segunda porción recibida en una opuesta de las segundas ranuras de costilla o nervadura.

El primer revestimiento de ala puede incluir además una primera ranura de larguero que se extiende transversal a la pluralidad de primeras ranuras de costilla o nervadura y un segundo revestimiento de ala puede incluir además una segunda ranura de larguero que se extiende transversal a la pluralidad de las segundas ranuras de costilla o nervadura. En esta realización, el ala de avión puede incluir también un larguero de ala que se extiende entre el primer y el segundo revestimientos de ala y tiene una primera porción recibida en la primera ranura de larguero y una segunda porción recibida en la segunda ranura de larguero.

Un método para fabricar alas de avión de acuerdo con un aspecto de la invención incluye dotar a un utillaje de revestimiento de ala que tiene una superficie de utillaje configurada para soportar una o más capas de material de resina reforzado con fibra dispuestas sobre ella, la superficie de utillaje definiendo una línea de molde exterior del material de resina reforzado con fibra; fabricar un primer revestimiento para una primera ala; y fabricar un segundo revestimiento para una segunda ala. El primer revestimiento para la primera ala se fabrica: posicionando una primera porción de material de resina reforzado con fibra en la superficie de utillaje, curando la primera porción de material de resina reforzado con fibra para formar un primer revestimiento de ala; formar una pluralidad de primeras ranuras de costillas o nervaduras en el primer revestimiento de ala, en donde cada una de las primeras ranuras de costillas o nervaduras está configurada para recibir una porción de una primera costilla o nervadura correspondiente; y retirando el primer revestimiento de ala del utillaje de revestimiento de ala, en donde el primer revestimiento de ala tiene una primera porción de punta separada de una primera porción de raíz por una primera longitud de envergadura. El segundo revestimiento para la segunda ala se fabrica: posicionando una segunda porción de material de resina reforzado con fibra en la superficie de utillaje; y curando la segunda porción de material de resina reforzado con fibra para formar un segundo revestimiento de ala, en donde el segundo revestimiento de ala tiene una segunda porción de punta separada de una segunda porción de raíz por una segunda longitud de envergadura, la segunda longitud de envergadura siendo menor que la primera longitud de envergadura; y formar una pluralidad de segundas ranuras de costillas o nervaduras en el segundo revestimiento de ala en las mismas localizaciones respecto a la superficie de utillaje que las primeras ranuras de costillas o nervaduras en el primer revestimiento de ala, en donde cada una de las segundas ranuras de costillas o nervaduras están configuradas para recibir una porción de una segunda costilla o nervadura correspondiente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1, es una vista isométrica parcialmente esquemática de un utillaje de montaje de revestimiento de ala configurado de acuerdo con una realización de la invención;

Las Figuras 2A-2D, son una serie de vistas en sección transversal a escala ampliada que ilustran varias etapas de un método para unir una costilla o nervadura de ala a un revestimiento de ala de acuerdo con una realización de la invención;

La Figura 3A-3B, son vistas en sección transversal a escala ampliada que ilustran varias etapas de un método para unir un larguero de ala a un revestimiento de ala de acuerdo con una realización de la invención;

y
La Figura 4, es una vista isométrica de una porción de una caja de ala configurada de acuerdo con una realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción muestra métodos para la fabricación de una familia de alas de avión basada en un modelo de ala original. Las alas pueden ser usadas para una familia de aviones diferentes, tales como una familia de aviones reactores de transporte. Las alas pueden variar en diversos aspectos dimensionales diferentes que incluyen la superficie del ala, la envergadura del ala, la forma del plano aerodinámico, la torsión, etc. Ciertos detalles son establecidos en la siguiente descripción para proporcionar un entendimiento completo de varias realizaciones de la invención. Otros detalles que describen estructuras y sistemas bien conocidos a menudo asociados con aviones y alas de aviones no están indicados a continuación, sin embargo, para evitar innecesariamente oscurecer la descripción de las diversas realizaciones de la invención.

Muchos de los detalles, dimensiones, ángulos y otras características mostrados en las figuras son meramente ilustrativos de realizaciones particulares de la invención. Por tanto, otras realizaciones pueden tener otros detalles, dimensiones, ángulos y características sin salirse del alcance de la presente invención. Además, realizaciones adicionales de la invención pueden ser practicadas sin algunos de los detalles descritos a continuación.

En las figuras, los números de referencia idénticos identifican elementos idénticos o al menos en general similares. Para facilitar la discusión de cualquier elemento particular, el dígito o dígitos más significativos de cualquier número de referencia se refieren a la figura en la que dicho elemento es introducido en primer lugar. Por ejemplo, el elemento 110 es introducido y discutido en primer lugar con referencia a la Figura 1.

La Figura 1 es una vista isométrica parcialmente esquemática de un utillaje de montaje 100 de revestimiento de ala ("utillaje de montaje 100") configurado de acuerdo con una realización de la invención. El utillaje de montaje 100 puede incluir una plancha 120 de utillaje con una superficie 122 de utillaje que forme una línea de molde exterior (OML) de un revestimiento 140 de material compuesto. La plancha 120 de utillaje puede estar formada por aleación

de acero y níquel (invar) u otro material adecuado conocido en la técnica. En la realización ilustrada, la superficie 122 de utillaje forma la OML de un revestimiento inferior de caja de larguero de ala. En particular, en esta realización la superficie 122 de utillaje tiene una forma en planta de conicidad constante o trapezoidal de la caja de larguero de ala de la mayor ala de una familia de alas. En otras realizaciones, sin embargo, la superficie 122 de utillaje puede tener otras formas para constituir otros revestimientos y/o otros paneles para aviones y otras estructuras. Por ejemplo, como está descrito con mayor detalle a continuación, en otra realización un segundo utillaje de montaje (no mostrado) que es al menos de estructura y función generalmente similar al utillaje de montaje 100 puede ser usado para formar el revestimiento superior correspondiente de la caja de larguero de ala.

La plancha 120 de utillaje de la realización ilustrada está soportada por un sistema de soporte móvil 126. En la realización ilustrada, el sistema de soporte móvil 126 incluye una pluralidad de accionadores telescópicos 124 (identificados individualmente como accionadores 124a-i) que se extienden hacia arriba desde una estructura de base 110. Cada uno de los accionadores 124 está acoplado en operación a la plancha 120 de utillaje, y puede extenderse y retraerse en respuesta a señales desde un controlador 130 (mostrado esquemáticamente en la Figura 1) para cambiar la curvatura de la superficie 122 de utillaje como se desee. El controlador 130 puede incluir un procesador 132 que transmita señales a los accionadores 124 de acuerdo con instrucciones legibles por el ordenador almacenadas en una memoria 134. Las instrucciones legibles por ordenador pueden incluir uno o más programas correspondientes a diferentes configuraciones de revestimiento de ala para una familia de alas de avión. El controlador 130 puede incluir además una interfaz de usuario 136 (por ejemplo, teclado, teclado numérico, dispositivo de indicación, etc.) para recibir una selección de programa de revestimiento de ala particular por parte del usuario.

El revestimiento 140 de material compuesto puede ser fabricado con el utillaje de montaje 100 en una realización como sigue. En primer lugar, un usuario (no mostrado) opera la interfaz de usuario 136 en el controlador 130 para seleccionar una configuración de revestimiento de ala deseada. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar una configuración de revestimiento de ala correspondiente a la mayor ala de una familia particular de alas. El procesador 132 responde a esta selección transmitiendo un conjunto de señales correspondiente a los accionadores 124 de acuerdo con un programa almacenado en la memoria 134. Los accionadores 124 responden a las señales expendiéndose y/o retrayéndose individualmente según sea necesario para mover la superficie 122 de utillaje a la forma asociada a la selección de ala particular. Más específicamente, los accionadores 124 se extienden o retraen según sea necesario para dotar a la superficie de utillaje 122 de la cámara, torsión, ángulos, etc. correctos para la selección de ala particular.

A continuación, una máquina aplicadora de banda 170 automática u otro dispositivo adecuado conocido en la técnica, aplica un material de resina reforzado con fibra a la superficie 122 de utillaje para formar el revestimiento 140 de material compuesto. El material de resina reforzado con fibra puede incluir grafito/epoxy y/u otros materiales compuestos usados habitualmente en la fabricación de componentes estructurales, que por ejemplo incluyen: vidrio, carbono, y/o fibras de aramida soportadas en una matriz polimérica de epoxy, viniléster, o plástico termoendurecible de poliéster. La máquina aplicadora de banda 170 aplica el material de resina reforzado con fibra en un número predeterminado de capas, y en un modelo y orientación predeterminados que corresponden al tipo particular de revestimiento de ala seleccionado por el usuario. En otras realizaciones, sin embargo, la máquina aplicadora de banda 170 puede ser omitida y el material compuesto puede ser aplicado a la superficie 122 de utillaje a mano.

Una vez que el material de resina reforzado con fibra del revestimiento 140 de material compuesto ha sido aplicado a la superficie 122 de utillaje, porciones adicionales de material de resina reforzado con fibra (por ejemplo banda de material compuesto) pueden ser aplicadas en la parte superior del revestimiento 140 de material compuesto en una pluralidad de zonas fortalecidas 150 en la costilla o nervadura (identificadas individualmente como zonas fortalecidas 150a-i en la costilla o nervadura). De forma similar, el material de resina reforzado con fibra puede ser aplicado al revestimiento 140 de material compuesto a lo largo de una zona fortalecida 152 en el larguero delantero y una zona fortalecida 154 en el larguero trasero. Después de que varias piezas de material de resina reforzado con fibra hayan sido aplicadas a la superficie 122 de utillaje, el depósito de material compuesto puede ser evacuado y comprimido bajo un sistema de bolsa de vacío adecuado (no mostrado) para el curado. A este respecto, la estructura base 110 puede incluir una pluralidad de rodillos 112 para que el depósito de capas pueda ser fácilmente llevado a un horno, autoclave u otra estación de curado adecuada. Como se describirá con más detalle a continuación, después del curado, la zona fortalecida 154 en el larguero trasero, la zona fortalecida 152 en el larguero delantero y las zonas fortalecidas 150 en la costilla o nervadura pueden ser mecanizadas o de otra forma acabadas para facilitar la fijación de un larguero trasero 160, un larguero delantero 158 y una pluralidad de costillas o nervaduras 156a-i (mostradas con líneas de trazos en la Figura1), al revestimiento 140 de ala.

Varios tipos de accionadores pueden ser usados para los accionadores telescópicos 124 de la realización ilustrada. Por ejemplo, en una realización, los accionadores 124 pueden ser accionados hidráulicamente. En otra realización, los accionadores 124 pueden ser accionados neumáticamente. En otras realizaciones, los accionadores 124 pueden ser accionados mecánica y/o eléctricamente. Los accionadores 124 pueden incluir sensores de posición (no mostrados) para medir longitudes de extensión/retracción. Los accionadores 124 pueden además incluir juntas de bola (no mostradas) para la fijación a la plancha 120 de utillaje. Tales juntas pueden permitir la rotación de la plancha 120 de utillaje para adaptar el movimiento de la superficie 122 de utillaje. Además, como apreciarán los

expertos en la técnica, en todavía otras realizaciones, el sistema de soporte móvil 126 puede utilizar otros dispositivos de cambio de forma para modificar la forma de la superficie 122 de utillaje. Tales dispositivos pueden incluir, por ejemplo, tornillos de accionamiento mecánico, elevadores de tijera, sistemas neumáticos de vejigas, accionadores electromagnéticos, servomotores, sistemas de piñón y cremallera, etc.

Una característica de la realización descrita antes es que puede ser usada para fabricar una serie de revestimientos de alas diferentes para una familia de aviones. Por ejemplo, el material de resina reforzado con fibra puede ser aplicado a toda la superficie 122 de utillaje desde una porción de raíz 146 a una porción de punta 144 cuando se produce un revestimiento para la mayor caja de ala de una familia particular. Para un ala menor, sin embargo, el material de resina reforzado con fibra solo tiene que ser aplicado a aquella porción de la superficie 122 de utillaje correspondiente a la menor caja de ala. Por ejemplo en una realización, un revestimiento de ala más pequeño puede ser producido aplicando material de resina reforzado con fibra a sólo aquella porción de la superficie 122 de utillaje que se extiende desde una primera línea de cuerda 141 a la porción de punta 144. En otra realización, un revestimiento de ala más pequeño puede ser producido aplicando material de resina reforzado con fibra a sólo aquella porción de la superficie 122 de utillaje que se extiende desde la porción de raíz 146 a una segunda línea de cuerda 142. Una ventaja de usar un utillaje de montaje único para fabricar una familia de revestimientos de ala diferentes es que puede reducir significativamente los costes de utillaje.

Otra característica de la realización descrita antes es que el sistema de soporte móvil 126 puede ser activado automáticamente por el controlador 130 para cambiar la forma (por ejemplo, la cámara, la torsión, el ángulo, etc.) de la superficie 122 de utillaje para adaptarse al tipo particular de ala que está siendo construida. Por ejemplo, cuando está siendo construida un ala mayor, el controlador 130 puede hacer que los accionadores 124 se extiendan y/o retraigan tanto como sea necesario para dar a la superficie 122 de utillaje una forma deseable que proporcione al ala resultante características aerodinámicas favorables (por ejemplo baja resistencia aerodinámica). Cuando está siendo producida un ala más pequeña, el controlador 130 puede optimizar la forma de la superficie 122 de utillaje para el ala menor. Por ejemplo, un ala más pequeña puede requerir menor torsión que el ala grande. Además, el controlador 130 puede también ser programado para modificar la superficie 122 de utillaje por motivos distintos a los aerodinámicos que incluyen, por ejemplo, consideraciones estructurales, dinámicas y/o de carga de combustible. Por consiguiente, otra ventaja del utillaje de montaje 100 es que puede ser usado para hacer una serie de revestimientos de ala que tengan la misma o casi la misma forma en planta, pero con diferentes cámaras, torsiones, y/u otras características dimensionales.

En otra realización similar a la realización descrita antes con referencia a la Figura 1, los accionadores 124 pueden ser dispositivos "pasivos" que sean extendidos y/o retraídos mediante, por ejemplo, el aplicador 170 de material compuesto para mover la superficie 122 de utillaje a la forma preprogramada. En esta realización, el aplicador de material 170 puede incluir un cabeza (no mostrada) que se fije de forma separable a los accionadores seleccionados y que extienda o retraiga los accionadores según sea necesario para proporcionar a la superficie de utillaje el contorno deseado. Una vez en posición, los accionadores pueden fijarse por sí mismos para mantener la forma de la superficie 122 de utillaje.

Las figuras 2A-2D son una serie de vistas en sección transversal a escala ampliada tomadas a lo largo de la línea 2A-2A en la Figura 1. Estas vistas ilustran varias etapas de un método de formación de una base de autoguía 260 de la costilla o nervadura (Figura 2C) en cada una de las zonas fortalecidas 150 en la costilla o nervadura mostradas en la Figura 1. Con referencia en primer lugar a la Figura 2A, esta vista ilustra la zona fortalecida 150b en la costilla o nervadura después de la unión al revestimiento 140 de material compuesto durante el proceso de cocurado. Como se muestra en la Figura 2B, una primera porción lateral 262a y una segunda porción lateral 262b de la zona fortalecida 150b pueden ser retiradas tras el curado (mediante por ejemplo una fresadora de control numérico computerizado (CNC)) para dar a la zona fortalecida 150b una sección transversal cónica. En otras realizaciones, la base 260 de la costilla o nervadura puede tener otras formas en sección transversal dependiendo de varias consideraciones estructurales y/o de coste. A continuación, una ranura o acanaladura 264 es mecanizada o de otra forma conformada en la zona fortalecida 150b como se muestra en la Figura 2C. Como se muestra en la Figura 2D, una porción inferior de la costilla o nervadura 156b de ala puede entonces ser insertada dentro de la ranura 264 y unida a la base 260 de costilla o nervadura durante el montaje de la estructura de caja de ala.

Las figuras 3A y 3B son vistas a escala ampliada tomadas en sección transversal a lo largo de la línea 3A-3A de la Figura 1. Estas vistas ilustran varias etapas de un método para formar la base de un larguero 360 como autoguía (Figura 3B) en la zona fortalecida 152 en el larguero delantero de la Figura 1. El método es al menos generalmente similar al método descrito antes para formar las bases 260 de costilla o nervadura de ala. Por ejemplo, la figura 3A muestra la zona fortalecida 152 en el larguero delantero después de la unión al revestimiento 140 de ala durante el proceso de cocurado. Con referencia a continuación a la Figura 3B, una primera porción lateral 362a y una segunda porción lateral 362b pueden ser retiradas de la zona fortalecida 152 en el larguero delantero para dar a la base 360 del larguero una sección transversal cónica. Una ranura o acanaladura 364 de larguero puede entonces ser mecanizada o de otra forma formada en la zona fortalecida 152 en el larguero delantero para recibir un borde inferior del larguero delantero 158.

Una característica de la realización descrita antes con referencia a las figuras 2A-3B es que el controlador 130 (o un controlador asociado) puede controlar los aparatos que depositan el material compuesto y/o forman las ranuras en las zonas fortalecidas además de controlar los accionadores 124. El sistema que controla la aplicación del material de resina reforzado con fibra puede ser programado para dirigir cualquier cambio en la geometría deseado que resulta de un cambio en el tamaño del ala. Además, pueden ser usados diferentes programas de software para variar los depósitos de capas en diferentes localizaciones según se requiera para dirigir los casos de cargas diferentes. En la forma anterior, el desplazamiento de un tamaño de ala a otro o de un modelo de avión a otro, solo supone implementar nuevos programas de software almacenados en la memoria 134 del controlador 130.

La Figura 4 es una vista isométrica en despiece de una porción de raíz de una estructura de caja de ala 480 configurada de acuerdo con una realización de la invención. En esta realización el larguero delantero 158, el larguero trasero 160 y las costillas o nervaduras 156 de ala están localizadas correctamente y unidas al revestimiento inferior 140 de ala por medio de la base 360 del larguero y la base 260 de la costilla o nervadura descritas antes. Un revestimiento superior 440 de ala que es al menos de estructura y funcionamiento en general similar al revestimiento inferior 140 de ala puede ser localizado y unido al larguero delantero 158, al larguero trasero 160 y a las costillas o nervaduras 156 del ala de un modo similar para completar la estructura de caja 480 de ala.

Una característica de las bases de costillas o nervaduras y largueros descritas antes es que pueden ser usadas como estructuras de autoguía para localizar automáticamente costillas o nervaduras y largueros, respectivamente, durante la construcción de la caja del ala. Esta característica puede reducir considerablemente el tiempo de fabricación del ala. Además, en una realización, las localizaciones de la costilla o nervadura y/o larguero pueden permanecer constantes para una o más alas de una familia de alas dada. Utilizar localizaciones de costilla o nervadura y larguero comunes puede reducir considerablemente el número de partes diferentes que son requeridas para la familia de alas.

En el caso en que las localizaciones de las costillas o nervaduras tengan que cambiar en la transición de un modelo de ala a otro, podrían ser usados los mismos utillajes básicos para los revestimientos de caja de larguero y bases pero el programa implementado por el controlador 130 (Figura 1) podría ser modificado por el modelo particular para reflejar las nuevas localizaciones de costilla o nervadura y otros cambios. Específicamente, en esta realización particular, el proceso de construcción no haría distinción para nuevas posiciones de costilla o nervadura y no serían necesarios utillajes nuevos. Alternativamente, otro método sería disponer las costillas o nervaduras en cualquier localización prevista para cada ala en la familia de alas y ajustar la resistencia de cada costilla o nervadura para adaptar las cargas al modelo particular en construcción. De este modo, una costilla o nervadura típica para un ala pequeña en la familia podría convertirse en una costilla o nervadura de motor para un ala grande en la familia. Igualmente, una costilla o nervadura de tren de aterrizaje para un ala pequeña puede convertirse en una costilla o nervadura típica para un miembro de ala mayor. Adaptar la resistencia de cada costilla o nervadura en cada caso particular puede asegurar que el peso total para cada ala es optimizado al menos aproximadamente.

En una realización de los métodos y sistemas descritos antes, el utillaje de montaje 100 puede ser usado para formar los revestimientos inferiores de la caja de ala y un utillaje similar puede ser usado para formar los revestimientos superiores de caja de ala correspondientes. En un aspecto de esta realización particular, los utillajes de montaje pueden ser dimensionados para las alas previstas más grandes de una familia particular. Alas más pequeñas podrían entonces ser construidas depositando material de resina reforzado con fibra (es decir material compuesto) sobre zonas limitadas de los utillajes básicos.

En una realización, la mayor combinación de ala y fuselaje para el avión más pesado en una familia de aviones puede ser diseñado en primer lugar y las variantes más pequeñas derivadas de esta línea base grande. Este enfoque puede asegurar que existen provisiones de volumen adecuadas en el fuselaje y/o alas para el combustible y otros alojamientos. Empezar con el miembro de ala mayor de la familia y asegurar que tiene el volumen de combustible adecuado puede ayudar a asegurar que cada miembro de la familia más pequeño tiene también el volumen de combustible adecuado. Para cada miembro de la familia de aviones es probable que la localización del tren de aterrizaje respecto al ala pueda tener que cambiar. Cambios de posición, tanto en el interior como en el exterior, así como cambios en la parte delantera y trasera, son probables y podrían provocar que las cargas en costillas o nervaduras particulares difieran de modelo a modelo. Para adaptar el cambio en las cargas, las costillas o nervaduras de equipo para un modelo particular podrían ser diseñadas para los requisitos de carga particulares. Además, las costillas o nervaduras genéricas podrían ser colocadas en todas las localizaciones de costilla de equipo previstas para todos los miembros de la familia, pero el espesor y otras características estructurales podrían hacerse únicas para los requisitos de carga particulares. El mismo enfoque puede ser usado para adaptar varios tamaños de motor y localización en el ala.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de alas de avión, comprendiendo el método:

- 5 proporcionar un utillaje (100) de revestimiento de ala con una superficie (122) de utillaje configurada para soportar una o más capas de material de resina reforzado con fibra dispuestas sobre ella, definiendo la superficie (122) de utillaje una línea de molde exterior del material de resina reforzado con fibra; fabricar un primer revestimiento para una primera ala:
- 10 posicionando una primera porción de material de resina reforzado con fibra en la superficie (122) de utillaje; curando la primera porción de material de resina reforzado con fibra para formar un primer revestimiento (140) de ala; formando una pluralidad de primeras ranuras (264) de costilla o nervadura en el primer revestimiento (140) de ala, en el que cada una de las primeras ranuras (264) de costilla o nervadura está configurada para recibir una porción de una primera costilla o nervadura (156) correspondiente; y retirando el primer revestimiento (140) de ala del utillaje (100) de revestimiento de ala, en el que el primer revestimiento (140) de ala tiene una primera porción de punta (144) separada de una primera porción de raíz (146) por una primera longitud de envergadura; y
- 20 fabricar un segundo revestimiento (140) para una segunda ala:
- posicionando una segunda porción de material de resina reforzado con fibra en la superficie (122) de utillaje; y
- 25 curando la segunda porción de material de resina reforzado con fibra para formar un segundo revestimiento (140) de ala, en el que el segundo revestimiento (140) de ala tiene una segunda porción de punta (144) separada de la segunda porción de raíz (146) por una segunda longitud de envergadura, siendo la segunda longitud de envergadura menor que la primera longitud de envergadura; y
- 30 formando una pluralidad de segundas ranuras (264) de costilla o nervadura en el segundo revestimiento de ala en las mismas localizaciones respecto a la superficie (122) de utillaje que las primeras ranuras de costilla o nervadura en el primer revestimiento de ala, en el que cada una de las segundas ranuras de costilla o nervadura está configurada para recibir una porción de una segunda costilla o nervadura (156) correspondiente.
- 35
2. El método de la reivindicación 1, en el que el posicionamiento de una primera porción de material de resina reforzado con fibra sobre la superficie (122) de utillaje incluye extender la primera porción de material de resina reforzado con fibra sobre una longitud total de la superficie (122) de utillaje, en particular desde una región de punta de ala a una región de raíz de ala, y en el que el posicionamiento de una segunda porción de material de resina reforzado con fibra sobre la superficie (122) de utillaje incluye extender la segunda porción de material de resina reforzado con fibra a través de una longitud parcial de la superficie (122) de utillaje.
- 40
3. Método según la reivindicación 1, en el que el posicionamiento de una primera porción de material de resina reforzado con fibra sobre la superficie (122) de utillaje incluye extender la primera porción de material de resina reforzado con fibra sobre una longitud total de la superficie (122) de utillaje, desde una región de punta de ala a una región de raíz de ala, y en el que el posicionamiento de una segunda porción de material de resina reforzado con fibra sobre la superficie (122) de utillaje incluye extender la segunda porción de material de resina reforzado con fibra a través de una longitud parcial de la superficie (122) de utillaje desde la región de punta de ala a antes de la región de raíz del ala.
- 45
4. El método de la reivindicación 1, en el que el primer revestimiento (140) de ala tiene una primera forma, y en el que fabricar un segundo revestimiento para una segunda ala incluye además cambiar la forma de la superficie (122) de utillaje de manera que la segunda ala tenga una segunda forma, diferente de la primera forma.
- 50
5. El método de la reivindicación 1, en el que el primer revestimiento (140) de ala tiene una primera cámara y en el que fabricar un segundo revestimiento para una segunda ala incluye además cambiar la forma de la superficie (122) de utillaje de manera que la segunda ala tenga una segunda cámara, diferente de la primera cámara.
- 55
6. El método de la reivindicación 1, en el que el primer revestimiento (140) de ala tiene una primera torsión y en el que fabricar un segundo revestimiento para una segunda ala incluye además cambiar la forma de la superficie (122) de utillaje de manera que la segunda ala tenga una segunda torsión, diferente de la primera torsión.
- 60
7. El método de la reivindicación 1, en el que fabricar un primer revestimiento para una primera ala incluye además controlar automáticamente una pluralidad de accionadores (124) acoplados en operación a la superficie (122) de utillaje para conformar la superficie de utillaje (122) con una primera forma, y en el que fabricar un segundo revestimiento para una segunda ala incluye además controlar automáticamente la pluralidad de accionadores (124) para conformar la superficie de utillaje con una segunda forma, diferente de la primera forma.
- 65

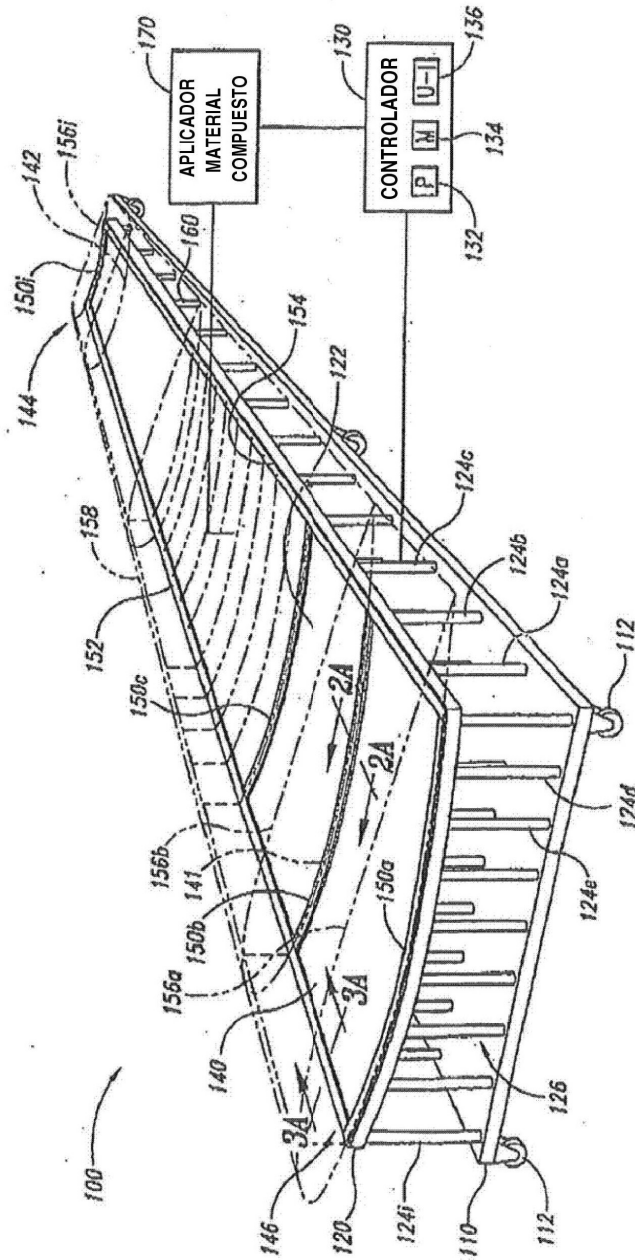


Fig. 1

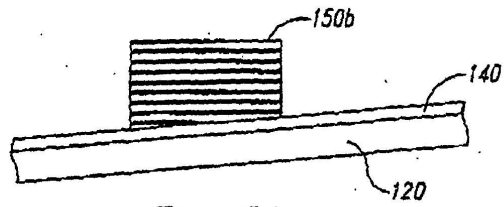


Fig. 2A

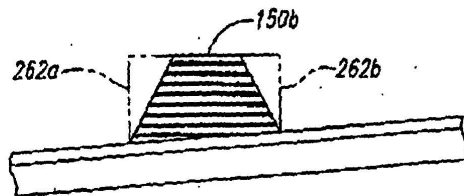


Fig. 2B

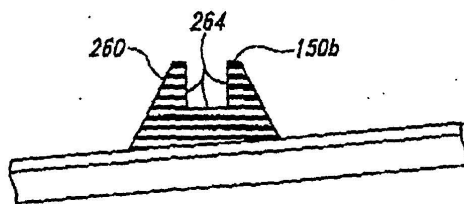


Fig. 2C

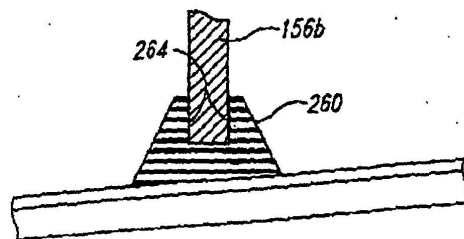


Fig. 2D

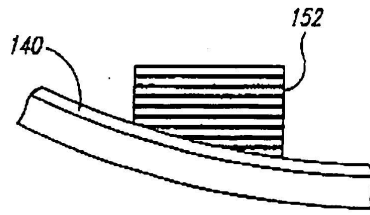


Fig. 3A

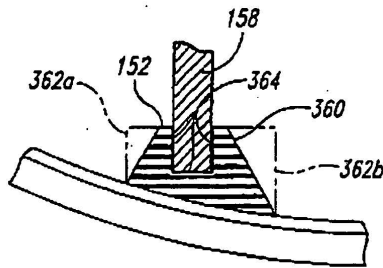


Fig. 3B

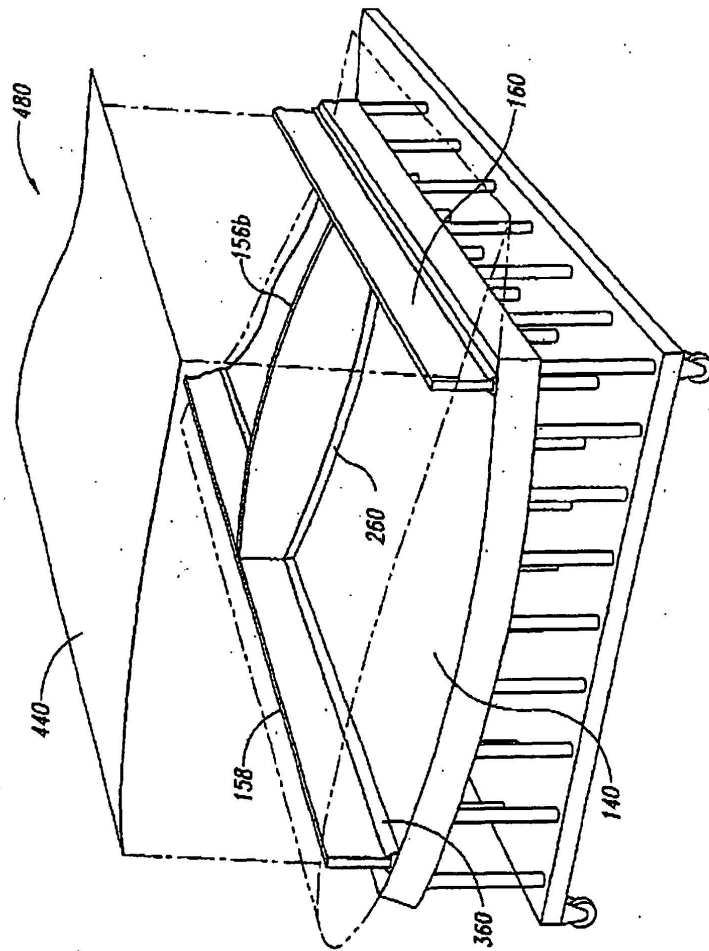


Fig. 4