

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 739**

51 Int. Cl.:

**B64C 3/00** (2006.01)

**B64F 5/00** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2005 PCT/US2005/014329**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2005 WO05110842**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2005 E 05772536 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 1740455**

54 Título: **Caja de superficie aerodinámica y método asociado**

30 Prioridad:

**27.04.2004 US 832712**

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

**07.07.2017**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA  
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**SARH, BRANKO**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 622 739 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**

Caja de superficie aerodinámica y método asociado

**5 Antecedentes de la invención****1) Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a la fabricación de superficies aerodinámicas y, más en particular, a una caja de superficie aerodinámica que está formada por múltiples estructuras de coquilla parcial unitarias.

**2) Descripción de la técnica relacionada**

15 Convencionalmente, determinadas partes estructurales se han fabricado al unir un número de miembros estructurales preformados. Por ejemplo, en la industria aeronáutica, las alas se fabrican a menudo al formar por separado y, a continuación, unir, uno o más revestimientos, larguerillos, nervaduras, mamparos y largueros. Los revestimientos, que por lo general son unos miembros laminares grandes, forman la superficie aerodinámica de contorno exterior del ala, y los larguerillos, las nervaduras, los mamparos y los largueros proporcionan una estructura interna rígida que soporta los revestimientos. Los diversos miembros se unen mediante el taladrado de orificios a través de miembros adyacentes y la instalación de remaches u otros elementos de sujeción en los orificios. De acuerdo con este método convencional, cada ala incluye muchos componentes unidos, y cada componente se ha de unir a los otros. A menudo, al menos algunas de las uniones se han de formar de forma manual, por ejemplo, en donde las uniones se forman en unas ubicaciones internas en el ala a las que es difícil acceder usando máquinas de unión automatizadas convencionales. La formación y la sujeción de los diversos componentes puede ser un proceso que consume mucho tiempo. Además, los elementos de sujeción y las porciones de conexión de los diversos componentes, que por lo general se superponen para la sujeción, contribuyen al peso total del ala final.

30 El documento DE1.241.269 divulga un panel con nervaduras de refuerzo, en particular un panel para alas de aeronave. El panel tiene al menos una muesca que pasa a través del revestimiento exterior. Se pueden desarrollar unos picos de esfuerzo en el área en torno a la muesca. En este documento se divulga que, con respecto a la dirección en la que se extienden las nervaduras, se disminuye el espesor de pared del panel y/o las nervaduras por delante y por detrás de la muesca, mientras que el mismo se aumenta a los lados de la muesca.

35 El documento EP1.288.124 divulga una estructura de porción de revestimiento inferior que se moldea en una sola pieza mediante el empleo de un larguero delantero y un larguero trasero que tienen unas espigas de nervadura, unos larguerillos inferiores, un preimpregnado de revestimiento inferior y unos preimpregnados de cuerda de nervadura inferiores. A continuación, una estructura de porción de revestimiento superior se moldea en una sola pieza mediante el empleo de unos larguerillos superiores, un preimpregnado de revestimiento superior y unos preimpregnados de cuerda de nervadura superiores; a continuación, las nervaduras se sujetan a las espigas de nervadura y las cuerdas de nervadura inferiores de la estructura de porción de revestimiento inferior mediante un dispositivo de sujeción mecánica. A continuación de lo anterior, la estructura de porción de revestimiento inferior y la estructura de porción de revestimiento superior se acoplan al sujetar la estructura de porción de revestimiento superior al larguero delantero y el larguero trasero mediante unos elementos de sujeción y, a continuación, sujetar las cuerdas de nervadura superiores de la estructura de porción de revestimiento superior a las nervaduras mediante el dispositivo de sujeción mecánica, con lo que se fabrica un ala de material compuesto.

50 Por lo tanto, existe una necesidad continuada de un proceso de fabricación mejorado y de partes mejoradas formadas por medio del mismo. El proceso de fabricación debería reducir el número de elementos de sujeción u otros miembros de unión que se han de instalar, reduciendo potencialmente de ese modo el tiempo para la fabricación y el peso del producto final. Además, el proceso debería estar adaptado para procesos de fabricación automatizados y para su uso en la fabricación de partes estructurales de diferentes configuraciones.

**Breve resumen de la invención**

55 La presente invención cumple con estas y otras necesidades mediante la provisión de una caja de superficie aerodinámica y un método asociado.

60 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una caja para una superficie aerodinámica que tiene un revestimiento exterior y una caja estructural para una superficie aerodinámica tal como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

65 La caja de superficie aerodinámica está formada por dos o más estructuras de semicoquilla. Cada estructura de semicoquilla es un miembro integral o unitario que incluye al menos una porción del revestimiento exterior de la superficie aerodinámica así como miembros de refuerzo y miembros de conexión. Las estructuras de semicoquilla se pueden montar con un número reducido de elementos de sujeción para formar la caja de superficie aerodinámica,

reduciendo potencialmente de ese modo el peso de la caja y, posiblemente, facilitando la fabricación automatizada de la caja.

De acuerdo con una realización, la presente invención proporciona un método de fabricación de una caja para una superficie aerodinámica usando una primera y una segunda estructuras de semicoquilla unitarias. La primera estructura incluye una primera porción del revestimiento de la superficie aerodinámica, una pluralidad de miembros de refuerzo tales como larguerillos y nervaduras que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento y que están configurados para soportar el revestimiento, y una pluralidad de miembros de conexión que definen unas bridas de conexión. De forma similar, la segunda estructura incluye una segunda porción del revestimiento de la superficie aerodinámica, una pluralidad de miembros de refuerzo tales como larguerillos y nervaduras que se extienden en paralelo con respecto a la segunda porción del revestimiento y que están configurados para soportar la segunda porción del revestimiento, y una pluralidad de miembros de conexión que definen unas bridas de conexión. Cada una de las estructuras puede estar formada por materiales compuestos que se cosen y se curan como estructuras integrales que incluyen el revestimiento, los miembros de refuerzo y los miembros de conexión respectivos. Al menos algunos de los elementos de refuerzo y las bridas de conexión de las estructuras se corresponden en cuanto a su posición entre sí. Las bridas de conexión de las estructuras están conectadas, por ejemplo, con elementos de sujeción, para formar la caja con la primera y la segunda porciones del revestimiento de la superficie aerodinámica dispuestas en una configuración de oposición y los miembros de refuerzo dispuestos entre las mismas. También se pueden conectar algunos o la totalidad de los correspondientes miembros de refuerzo de las dos estructuras. En algunos casos, se conectan unas piezas de conexión a la caja en unas posiciones que se corresponden con las posiciones de los miembros de refuerzo.

La presente invención también proporciona una caja estructural para una superficie aerodinámica. La caja incluye una primera y una segunda estructuras de semicoquilla unitarias, cada una de las cuales incluye una porción del revestimiento, una pluralidad de miembros de refuerzo y una pluralidad de miembros de conexión que definen unas bridas de conexión. Cada una de las estructuras de semicoquilla puede ser una estructura de material compuesto unitaria. Los miembros de refuerzo y las bridas de conexión de las dos estructuras se corresponden, y una pluralidad de elementos de sujeción conectan las bridas de conexión de las dos estructuras de tal modo que las porciones de revestimiento de la superficie aerodinámica definen un espacio entre las mismas con los miembros de refuerzo dispuestos en el espacio. Los elementos de sujeción se pueden disponer en perpendicular o en paralelo con respecto a las porciones de revestimiento, de acuerdo con la configuración de las bridas de conexión. Además, las porciones de conexión se pueden disponer a lo largo de un plano que, en general, define un esfuerzo mínimo para un momento de flexión en torno a un eje paralelo con respecto a las porciones de revestimiento, por ejemplo, a lo largo de un plano sustancialmente equidistante entre la primera y la segunda porciones de revestimiento. Los elementos de sujeción que conectan los miembros de conexión se pueden disponer en el exterior de un espacio interior que se define mediante las porciones de revestimiento y los miembros de conexión. Unos elementos de sujeción también pueden unir los miembros de refuerzo de las dos estructuras de semicoquilla.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un tercer y un cuarto miembros de semicoquilla unitarios se unen a un extremo transversal del primer y el segundo miembros de semicoquilla de tal modo que unas porciones de revestimiento del tercer y el cuarto miembros de semicoquilla se extienden de forma generalmente continua con las porciones de revestimiento de la primera y la segunda semicoquillas, respectivamente. Se pueden conectar unas piezas de conexión a los miembros de conexión en una posición que se corresponde con una posición de al menos uno de los miembros de refuerzo. Unas porciones de revestimiento adicionales se pueden conectar con los extremos transversales de la caja para definir una superficie aerodinámica en conjunción con la primera y la segunda porciones de revestimiento.

#### **Breve descripción de las varias vistas de los dibujos**

Por lo tanto, habiendo descrito la invención en términos generales, se hará referencia a continuación a los dibujos adjuntos, que no están dibujados necesariamente a escala, y en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra una caja de superficie aerodinámica de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra una caja de superficie aerodinámica de acuerdo con otra realización de la presente invención;
- la figura 3 es una vista en perspectiva que ilustra una caja de superficie aerodinámica de acuerdo con aún otra realización de la presente invención;
- la figura 3A es una vista parcial ampliada en perspectiva que ilustra una porción de la caja de superficie aerodinámica de la figura 3 tal como se indica en la misma;
- la figura 4 es una vista en perspectiva que ilustra una porción de la primera y la segunda estructuras de semicoquilla de una caja de superficie aerodinámica en una configuración no montada;
- la figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra una porción de la primera y la segunda estructuras de semicoquilla de la figura 4 en una configuración montada;
- la figura 6 es una vista en perspectiva que ilustra una porción de una primera y una segunda estructuras de semicoquilla de una caja de superficie aerodinámica de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la figura 7 es una vista en perspectiva que ilustra una porción de la caja de superficie aerodinámica de la figura 5, que se muestra con piezas de conexión fijadas a la misma;

la figura 8A es una vista en sección parcial en alzado que ilustra una superficie aerodinámica convencional;

la figura 8B es una vista lateral parcial de la superficie aerodinámica convencional de la figura 8A;

5 la figura 8C es una gráfica que ilustra unas distribuciones de esfuerzos típicas sobre la superficie aerodinámica convencional de las figuras 8A y 8B;

la figura 9A es una vista en sección parcial en alzado que ilustra una superficie aerodinámica de acuerdo con una realización de la presente invención;

10 la figura 9B es una vista lateral parcial de la superficie aerodinámica de la figura 9A tal como se observa desde el lado derecho de la figura 9A; y

la figura 9C es una gráfica que ilustra unas distribuciones de esfuerzos típicas sobre la superficie aerodinámica de las figuras 9A y 9B.

### Descripción detallada de la invención

15 La presente invención se describirá a continuación más plenamente en lo sucesivo en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas, pero no todas, las realizaciones de la invención. De hecho, la invención se puede materializar de muchas formas diferentes y no se debería interpretar como limitada a las realizaciones que se exponen en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan de tal modo que la presente divulgación satisfaga los requisitos legales aplicables. Números semejantes se refieren a elementos semejantes por la totalidad del presente documento.

Haciendo referencia a continuación a las figuras y, en particular, a las figuras 1 - 3, se muestran unas cajas de superficie aerodinámica **10** de acuerdo con tres realizaciones de la presente invención. Cada una de las cajas de superficie aerodinámica **10** se extiende entre un primer y un segundo extremos longitudinales **12**, **14** y define una superficie de revestimiento exterior **16** entre los mismos. La superficie de revestimiento **16** define una forma en sección transversal que está estructurada de tal modo que la caja **10** se puede usar para controlar la estabilidad, la dirección, la sustentación y/o el empuje. Por ejemplo, las cajas de superficie aerodinámica **10** se pueden usar como las alas de un avión y, por consiguiente, se pueden estructurar para generar sustentación cuando son movidas a través del aire. Como alternativa, las cajas de superficie aerodinámica **10** se pueden usar como otros dispositivos en aeronaves incluyendo, por ejemplo, estabilizadores, timones, elevadores, alerones y otros dispositivos de control o de sustentación, que se pueden montar en diversas configuraciones y pueden ser ajustables durante el vuelo. Además, las cajas de superficie aerodinámica **10** se pueden usar en otras realizaciones de la presente invención como dispositivos para otros tipos de vehículos incluyendo automóviles, vehículos marítimos, y similares.

25 Tal como se ilustra en las figuras 1 - 3, las cajas de superficie aerodinámica **10** de la presente invención se pueden formar en una diversidad de configuraciones. Por ejemplo, la caja de superficie aerodinámica **10** que se ilustra en la figura 1 incluye una primera y una segunda estructuras de semicoquilla **30**, **50**, extendiéndose cada estructura de semicoquilla entre el primer y el segundo extremos longitudinales **12**, **14** de la caja de superficie aerodinámica **10**. Como alternativa, la caja de superficie aerodinámica compuesta **10** que se ilustra en la figura 2 incluye una primera y una segunda cajas de superficie aerodinámica **10a**, **10b**, estando conectado el segundo extremo **14a** de la primera caja **10a** con el primer extremo **12a** de la segunda caja **10b** de tal modo que las dos cajas de superficie aerodinámica **10a**, **10b** definen en cooperación la estructura compuesta **10**. La primera caja de superficie aerodinámica **10a** incluye una primera y una segunda estructuras de semicoquilla cooperativas **30**, **50**, y una tercera y una cuarta estructuras de semicoquilla **30a**, **50a** definen en cooperación la segunda caja de superficie aerodinámica **10b**. La caja de superficie aerodinámica compuesta **10** de la figura 3 es similar a la caja de superficie aerodinámica **10** de la figura 2, pero incluye adicionalmente una porción central **22** que está dispuesta entre la primera y la segunda cajas de superficie aerodinámica **10a**, **10b**. Es decir, la primera y la segunda cajas **10a**, **10b** de la figura 3 se unen por medio de la porción central **22**. Por lo tanto, cada caja de superficie aerodinámica **10** puede incluir uno o más pares de correspondientes estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a**. Además, a pesar de que cada una de las estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** define aproximadamente la mitad de la correspondiente caja de superficie aerodinámica **10a**, **10b** de las cajas compuestas **10** que se muestran en las figuras 2 y 3 (o la mitad de la totalidad de la caja de superficie aerodinámica **10** en la realización de la figura 1), se aprecia que no es necesario que cada estructura de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** defina exactamente la mitad de la correspondiente caja de superficie aerodinámica **10**, **10a**, **10b**. Es decir, algunas de las estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** pueden ser más grandes o más pequeñas que las otras estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a**.

35 Cada una de las estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** incluye una porción de revestimiento que se forma como un miembro unitario con unos miembros de refuerzo y de conexión. Por ejemplo, las figuras 4 y 5 ilustran una primera y una segunda estructuras de semicoquilla **30**, **50**, tal como se pueden usar para formar la caja de superficie aerodinámica **10a**, es decir, aproximadamente la mitad de la caja de superficie aerodinámica compuesta **10** de la figura 3 que se puede usar como un ala de aeronave. La otra caja de superficie aerodinámica **10b** del ala de la figura 3 puede ser sustancialmente la misma que la caja de superficie aerodinámica **10a** que se muestra en las figuras 4 y 5, aunque de orientación opuesta. La primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30**, **50** definen una primera y una segunda porciones **32**, **52** del revestimiento **16** de la caja de superficie aerodinámica **10**, respectivamente. Las porciones de revestimiento **32**, **52** son unas porciones generalmente delgadas y de tipo chapa que se pueden curvar

para definir el contorno deseado de una superficie aerodinámica. Cada estructura de semicoquilla **30, 50** también define unos miembros de refuerzo tales como los larguerillos **34, 54**, o unos miembros de tipo viga que se extienden en la dirección longitudinal de la caja de superficie aerodinámica **10**. Los larguerillos **34, 54** pueden definir diversas configuraciones en sección transversal, tales como una forma de I o de T que se extiende a partir de la respectiva porción de revestimiento **32, 52** en la dirección de la estructura de semicoquilla opuesta **30, 50**. Otros elementos de refuerzo, tales como los miembros de mamparo o de nervadura **36a, 36b, 36c, 56a, 56b, 56c** también se extienden a lo largo de cada una de las porciones de revestimientos **32, 52**. Se hace referencia a los miembros de nervadura **36a, 36b, 36c** y **56a, 56b, 56c** de forma colectiva como **36** y **56**, respectivamente. En general, los miembros de nervadura **36, 56** se extienden en una dirección entre un primer y un segundo extremos transversales **18, 20** de la caja de superficie aerodinámica **10**. Los miembros de refuerzo **34, 36, 54, 56** soportan las porciones de revestimiento **32, 52** en la configuración deseada y evitan una deformación excesiva de las porciones de revestimiento **32, 52**, por ejemplo, cuando la caja de superficie aerodinámica **10** se somete a esfuerzos durante el vuelo.

Además, cada estructura de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a** incluye unos miembros de conexión que también se forman de forma unitaria con las porciones de revestimiento. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 5, cada miembro de conexión **38, 58** puede ser un miembro de tipo larguero que se extiende en sentido longitudinal a lo largo de la respectiva estructura de semicoquilla **30, 50**. Tal como se ilustra, los miembros de conexión **38, 58** están dispuestos en el primer y el segundo extremos transversales **18, 20** de las estructuras de semicoquilla **30, 50**, que se designan en general como los lados delantero y trasero de la caja de superficie aerodinámica **10**, respectivamente. Cada uno de los miembros de conexión **38, 58** se extiende a partir del mismo lado de las respectivas porciones de revestimiento **32, 52** que los miembros de refuerzo **34, 36, 54, 56** de la misma estructura de semicoquilla **30, 50**. Los miembros de conexión **38, 58** definen unas bridas de conexión y las bridas de conexión de las estructuras de semicoquilla coincidentes **30, 30a, 50, 50a** se corresponden entre sí. En particular, tal como se muestra en las figuras 4 y 5, cada miembro de conexión **38** de la primera estructura de semicoquilla **30** incluye una porción de alma **40** que se extiende a partir de la porción de revestimiento **32** y una brida **42** sustancialmente perpendicular con respecto a la porción de alma **40** y, por lo tanto, generalmente paralela con respecto a la porción de revestimiento **32**. De forma similar, cada miembro de conexión **58** de la segunda estructura de semicoquilla **50** incluye una porción de alma **60** y una brida **62**. Las bridas **42, 62** de la primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30, 50** se pueden colocar en contacto directo frente a frente de tal modo que se pueden disponer remaches u otros elementos de sujeción **70** a través de los correspondientes orificios **44, 64** a través de las bridas **42, 62**. Con la primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30, 50**, en una configuración montada (la figura 5), las bridas **42, 62** están dispuestas en el exterior de un espacio interior que se define entre las porciones de revestimiento **32, 52**. Es decir, ambos extremos de los orificios **44, 64** a través de las bridas **42, 62** para recibir los elementos de sujeción **70** son accesibles desde el exterior de la caja de superficie aerodinámica **10**. Por lo tanto, los elementos de sujeción **70** se pueden disponer a través de las bridas **42, 62** desde el exterior de la caja de superficie aerodinámica **10** montada.

Los miembros de conexión **38, 58** que se usan para conectar las estructuras de semicoquilla **30, 50** pueden definir diversas otras configuraciones. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 6, los miembros de conexión **38, 58** pueden definir unas almas **40, 60** que se extienden a partir de las respectivas porciones de revestimiento **32, 52** generalmente en perpendicular con respecto a las mismas, y las almas **40, 60** se pueden superponer entre sí. En esta configuración, un lado de los orificios **44, 64** a través de los miembros de conexión **38, 58** es accesible desde el exterior de la caja de superficie aerodinámica **10**, y los elementos de sujeción **70** se pueden disponer a través de los orificios **44, 64** para unir los miembros de conexión **30, 50**. Por ejemplo, se pueden disponer unos elementos de sujeción ciegos a través de los miembros de conexión **38, 58** sin acceder al espacio interior. Como alternativa, se puede acceder al espacio interior a partir de los extremos de la caja de superficie aerodinámica o a través de las aberturas **74** en la caja **10**.

Los miembros de conexión **38, 58** también se pueden extender a lo largo de los extremos longitudinales **12, 14** de la caja de superficie aerodinámica **10** de tal modo que los miembros de conexión **38, 58** soportan las porciones de revestimiento **32, 52** en los extremos de la caja de superficie aerodinámica **10** y sustancialmente cierran los extremos de la caja de superficie aerodinámica **10**. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 5, los miembros de conexión **38, 58** se pueden extender de forma continua en torno al primer extremo **12** de la caja de superficie aerodinámica **10**.

Los miembros de refuerzo **34, 36, 54, 56** de las estructuras de semicoquilla **30, 50** también se pueden conectar. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 4 - 6, una primera pluralidad de las nervaduras **36, 56** que se designan mediante los números de referencia **36a, 56a**, pueden definir una porción superpuesta de tal modo que los elementos de sujeción **72** se pueden disponer a través de las correspondientes nervaduras **36a, 56a** de la primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30, 50**. En algunos casos, se pueden disponer múltiples filas de los elementos de sujeción **72** a través de las porciones superpuestas para acoplarse con las correspondientes nervaduras **36a, 56a** y, por lo tanto, las dos estructuras de semicoquilla **30, 50**. Cada una de una segunda pluralidad de las nervaduras **36b, 56b** define una porción de lengüeta que está configurada para unirse a una porción de lengüeta de la correspondiente nervadura **36b, 56b** de la estructura de semicoquilla opuesta **30, 50**. Cada porción de lengüeta se puede extender a partir de la nervadura **36b, 56b** hacia la estructura de semicoquilla opuesta **30, 50**. Por lo tanto, las porciones de lengüeta superpuestas se pueden unir mediante los elementos de sujeción **72** al tiempo

que no es necesario que las porciones de cada nervadura **36b**, **56b** entre las lengüetas se solapen y, en su lugar, pueden definir un espacio **37** entre las nervaduras **36b**, **56b**, reduciendo de ese modo el material y el peso de cada nervadura **36b**, **56b**. Por último, una tercera pluralidad de las nervaduras **36c**, **56c** se pueden configurar para permanecer sin unir. Es decir, las nervaduras **36c**, **56c** pueden proporcionar rigidez a las estructuras de semicoquilla **30**, **50** pero no están conectadas entre sí. Por lo general, las nervaduras que están unidas a lo largo de la totalidad de su longitud, tales como las primeras nervaduras **36a**, **56a**, proporcionan más resistencia que otras configuraciones de nervaduras, y las nervaduras que están sin unir proporcionan menos resistencia. Por lo tanto, tal como se muestra en las figuras 4 - 6, las nervaduras sin unir **36c**, **56c** están situadas en el primer extremo **12** de la caja de superficie aerodinámica **10a** en donde se anticipan las cargas inferiores sobre la caja de superficie aerodinámica **10a**. Las primeras nervaduras **36a**, **56a** están situadas cerca del extremo opuesto **14a** de la caja de superficie aerodinámica **10a** que se encuentra más cerca del punto de conexión entre la caja de superficie aerodinámica **10a** y la porción de caja central **22** o la aeronave y en donde se anticipan las cargas máximas. No obstante, en otras configuraciones, las nervaduras **36**, **56** pueden tener otras configuraciones, tales como que la totalidad de las nervaduras **36**, **56** estén o bien unidas o bien sin unir.

Se pueden proporcionar unas piezas de conexión **80** sobre la caja de superficie aerodinámica **10** para conectar unos componentes adicionales a la caja **10a**. Tal como se muestra en la figura 7, las piezas de conexión **80** se pueden fijar a cada uno de los miembros de conexión **38**, **58** de la primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30**, **50** de tal modo que las piezas de conexión **80** se extienden a partir del extremo transversal trasero **20** de la caja de superficie aerodinámica **10a**. Cada pieza de conexión **80** puede definir una porción de fijación, tal como una abertura o un conector de tipo bisagra **82**, al que se pueden conectar unos componentes adicionales. Por lo tanto, los componentes adicionales se pueden conectar con las piezas de conexión **80** y, por lo tanto, la caja de superficie aerodinámica **10a**. Por ejemplo, los componentes adicionales pueden ser dispositivos de control de vuelo tales como alerones que están conectados de forma rotatoria con la caja de superficie aerodinámica **10a** mediante las piezas de conexión **80**.

Tal como se ilustra en la figura 7, unas porciones de revestimiento **90**, **92** adicionales se pueden fijar a los extremos delantero y trasero **18**, **20** de la caja de superficie aerodinámica **10a** de tal modo que las porciones de revestimiento **32**, **52**, **90**, **92** en combinación definen una forma de superficie aerodinámica en sección transversal continua según se desee. También se puede proporcionar una porción de revestimiento para cubrir el primer extremo longitudinal **12** de la caja **10a**. Las porciones de revestimiento **32**, **52**, **90**, **92** se pueden unir a los miembros de conexión **38**, **58**, por ejemplo, a las bridas **46**, **66** que se extienden en paralelo con respecto a las porciones de revestimiento **32**, **52** y que están ligeramente rebajadas con respecto a las mismas de tal modo que las superficies exteriores de las porciones de revestimiento delantera y trasera **90**, **92** se encuentran a nivel con las porciones de revestimiento **32**, **52**. Las porciones de revestimiento lateral delantera y trasera **90**, **92** pueden definir unos espacios entre la caja de superficie aerodinámica **10a**, en los que pueden encajar las piezas de conexión **80**. Además, las porciones de revestimiento **90**, **92** pueden definir unas aberturas, por ejemplo, a través de las cuales se pueden adelantar y replugar equipos tales como alerones que están conectados con las piezas de conexión **80** en el lado trasero **20** de la caja de superficie aerodinámica **10a**.

Cada una de la primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** se puede formar como miembros unitarios y unirse posteriormente por medio de remaches u otros elementos de sujeción tal como se ha descrito en lo que antecede. Por ejemplo, en donde las estructuras de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** están formadas por materiales compuestos, las porciones de revestimiento **32**, **52**, los elementos de refuerzo **34**, **36**, **54**, **56** y los miembros de conexión **38**, **58** de cada estructura de semicoquilla se pueden construir de un material de refuerzo flexible, y el material de refuerzo se puede reforzar entonces con un material de matriz que impregna el material de refuerzo y se cura hasta dar una configuración rígida. Por ejemplo, el material de refuerzo de cada estructura de semicoquilla **30**, **30a**, **50**, **50a** se puede proporcionar como piezas fibrosas o cabos, cintas de filamentos continuos, esteras tejidas o no tejidas, y similares, y puede ser cualquiera de una diversidad de materiales fibrosos tales como plástico reforzado con fibra de vidrio, metal, minerales, grafito o carbono, nailon conductor o no conductor, aramidas tales como Kevlar®, una marca comercial registrada de E. I. du Pont de Nemours and Company, y similares. Los materiales de matriz incluyen resinas poliméricas termoplásticas o termoestables. Las resinas termoestables a modo de ejemplo incluyen alilos, poliésteres alquídicos, bismaleimidas (BMI), epoxis, resinas fenólicas, resina de éster vinílico, poliésteres, poliuretanos (PUR), poliurea-formaldehído y éster de cianato. Las resinas termoplásticas a modo de ejemplo incluyen polímeros de cristal líquido (LCP, *liquid crystal polymer*); fluoroplásticos, incluyendo politetrafluoroetileno (PTFE), etileno propileno fluorado (FEP), resina de perfluoroalcoxi (PFA), policlorotrifluoroetileno (PCTFE), y politetrafluoroetileno-perfluorometilviniléter (MFA); resinas a base de cetona, incluyendo polieteretercetona (PEEK™, una marca comercial de Victrex PLC Corporation, Thorntons Cleveleys Lancashire, R. U.); poliamidas tales como nailon-6/6, fibra de vidrio al 30 %; polietersulfonas (PES); poliamidaimidas (PAIS); polietilenos (PE); termoplásticos de poliéster, incluyendo poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(tereftalato de etileno) (PET) y poli(tereftalatos de fenileno); polisulfonas (PSU); y poli(sulfuros de fenileno) (PPS).

En algunos casos, el material de refuerzo se puede proporcionar como un material preimpregnado, es decir, se puede preimpregnar con el material de matriz sin curar. Como alternativa, el material de matriz se puede disponer, por ejemplo, como una chapa de material resinoso de acuerdo con un proceso de costura / infusión de película de resina (S/RFI, *stitching / resin film infusion*), después de que el material de refuerzo se haya cosido o unido de otro

modo en la configuración deseada. Como alternativa, el material de matriz se puede disponer en el material de refuerzo por medio de un proceso de moldeo de transferencia de resina (RTM, *resin transfer molding*), en el que se usa un vacío para disponer el material de matriz en el material de refuerzo. Por ejemplo, de acuerdo con un proceso de RTM convencional, un material de refuerzo, que puede estar formado por múltiples porciones cosidas, se coloca en una prensa entre unas herramientas superior e inferior. La prensa se cierra al ajustar las herramientas conjuntamente y ajustar el material de refuerzo a una forma deseada que se define mediante las superficies de las herramientas. A continuación, se forma un vacío parcial entre las herramientas para introducir por tracción la resina en el espacio entre las herramientas para inundar el material de refuerzo. A continuación, los materiales de refuerzo y de matriz se calientan para curar el material de matriz. Después de un curado suficiente, las herramientas se pueden abrir y se retira la parte curada. En otro proceso de RTM convencional, el material de refuerzo se ajusta en su lugar a la forma deseada al empujar el material de refuerzo contra una herramienta con una bolsa de vacío. Es decir, el material de refuerzo se dispone entre la herramienta y la bolsa de vacío y, a continuación, de desocupa el espacio entre la bolsa y la herramienta. Tal como se ha descrito en lo que antecede, el vacío parcial se usa para introducir por tracción la resina u otro material de matriz en el material de refuerzo. El material de matriz se puede curar usando un autoclave o un horno. En cualquier caso, el material de refuerzo se puede coser o unir de otro modo mientras que el material de refuerzo sigue siendo flexible, por ejemplo, usando una máquina de costura que realiza una operación de cosido para unir las diversas porciones de cada estructura de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a**.

Posteriormente a la costura o unión de otro modo de las porciones de cada estructura de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a**, el material de matriz de cada estructura de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a** se puede curar de forma sustancialmente conjunta, es decir, de tal modo que cada estructura de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a** se cura en una sola pieza para formar un miembro de material compuesto unitario. El curado se realiza, en general, al someter el material compuesto a calor y/o presión. En donde las estructuras de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a** se forman como miembros unitarios, en general no se requieren remaches u otros elementos de sujeción para conectar las porciones de revestimiento **32, 52** y los miembros de refuerzo y de conexión **34, 36, 54, 56** de cada estructura de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a**. A continuación de lo anterior, la primera y la segunda estructuras de semicoquilla **30, 30a, 50, 50a** se pueden conectar con unos elementos de sujeción **70, 72** tal como se ha descrito en lo que antecede para formar la caja de superficie aerodinámica **10**.

Tal como se ilustra en la figura 5, el segundo extremo **14a** de la primera caja **10a**, es decir, el extremo de base de la primera caja **10a**, está configurado para conectarse con la porción de caja central **22**, la caja opuesta **10b** o directamente con un fuselaje de una aeronave de tal modo que el primer extremo longitudinal **12**, o punta, se extiende a partir del fuselaje. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3A, se pueden proporcionar unas placas **100** u otros miembros superpuestos para conectar cada una de las porciones **10a, 10b** de las cajas de superficie aerodinámica compuestas **10** entre sí y/o para conectar cada una de las cajas de superficie aerodinámica **10a, 10b** con el fuselaje de la aeronave. Cada placa **100** se puede conectar con la respectiva porción de caja de superficie aerodinámica **10a, 10b** y/o el fuselaje mediante una pluralidad de remaches u otros elementos de sujeción **102**. Es decir, los elementos de sujeción **102** se pueden disponer a través de cada placa **100** y uno de los miembros de cada una de las cajas de superficie aerodinámica **10a, 10b** que se están uniendo. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3A, las placas **100** se pueden disponer en una configuración de solapamiento con las porciones de revestimiento **16** de diferentes cajas de superficie aerodinámica **10a, 10b**, y unas placas **100a** adicionales se pueden superponer a las porciones de conexión **38, 58** próximas de las cajas de superficie aerodinámica **10a, 10b** que se están uniendo.

Las figuras 8A - 8C ilustran la distribución de esfuerzos sobre un ala de avión **110** convencional. Una porción del ala **110** se muestra en las figuras 8A y 8B. El ala **110** tiene un revestimiento superior **112** y un revestimiento inferior **114**, que están conectados mediante un miembro de larguero de tipo viga **116** que se extiende en sentido longitudinal a través del ala **110**. Las líneas de trazo discontinuo **118** indican la posición de remaches dispuestos a través del revestimiento superior **112** y una brida superior del larguero **116** y a través del revestimiento inferior **114** y una brida inferior del larguero **116**. Por lo tanto, cada remache está ubicado cerca de la parte de arriba o la parte de debajo del ala **110**. La figura 8C ilustra los esfuerzos de compresión / tracción y de cizalla típicos que se obtienen como resultado en el ala **110** cuando el ala **110** está sometida a una carga o un momento de flexión, es decir, una carga típica durante el vuelo para un ala que está fijada a un fuselaje de un avión. En particular, se aplica la carga de flexión típica en torno a un eje sustancialmente paralelo con respecto a los revestimientos superior e inferior **112, 114** (es decir, un eje orientado hacia la página, tal como se muestra en la figura 8B). Tal como se muestra en la figura 8C, tiene lugar un esfuerzo de compresión máximo  $\sigma_{c, \text{máx}}$  en la parte de arriba del ala **110**, y tiene lugar un esfuerzo de tracción máximo  $\sigma_{t, \text{máx}}$  en la parte de debajo del ala **110**. Tiene lugar un esfuerzo de cizalla mínimo  $\tau_{\text{mín}}$  en la parte de arriba y la parte de debajo del ala **110**, a pesar de que, en general, el esfuerzo de cizalla es de una magnitud mucho más baja que los esfuerzos de compresión y de tracción. Por lo tanto, los remaches que conectan los revestimientos **112, 114** con el larguero **116** están sometidos a esfuerzos altos.

Las figuras 9A - 9C ilustran la distribución de esfuerzos sobre una caja de superficie aerodinámica **10** de acuerdo con una realización de la presente invención. La caja de superficie aerodinámica **10** incluye una primera y una segunda estructuras de semicoquilla **30, 50** que están conectadas mediante elementos de sujeción tales como remaches en unas ubicaciones que se designan mediante las líneas de trazo discontinuo **120**. La figura 9C ilustra los esfuerzos de compresión / tracción y los esfuerzos de cizalla típicos que se obtienen como resultado en la caja

- de superficie aerodinámica **10** cuando está sometida al mismo tipo de carga de flexión que se ilustra en las figuras 8A - 8C. Los elementos de sujeción están situados en una posición que coincide, en general, con unos esfuerzos de compresión y de tracción mínimos  $\sigma_{c, \min}$ ,  $\sigma_{t, \min}$ , es decir, en un plano que coincide sustancialmente con un eje neutro en donde las fuerzas de compresión y de tracción son nulas. A pesar de que tiene lugar un esfuerzo de
- 5 cizalla máximo  $\sigma_{t, \max}$  en la ubicación de los elementos de sujeción, en general la magnitud del esfuerzo de cizalla es mucho más baja que los esfuerzos de compresión y de tracción. Por lo tanto, los elementos de sujeción que conectan las dos estructuras de semicoquilla **30**, **50** están sometidos a unos esfuerzos más bajos que los de los remaches que se describen en conexión con las figuras 8A - 8C. A pesar de que las bridas de conexión **38**, **58** y, por lo tanto, los elementos de sujeción de la caja de superficie aerodinámica **10** que se muestra en las figuras 9A y 9B
- 10 están ubicados a lo largo de un plano equidistante con respecto a las porciones de revestimiento **32**, **52**, se aprecia que las bridas de conexión **38**, **58** se pueden configurar de otro modo, por ejemplo, para corresponderse con otras posiciones de bajo esfuerzo en los casos en los que la caja de superficie aerodinámica **10** está sometida a una distribución de esfuerzos que es diferente de las que se ilustran en la figura 9C. Es decir, los elementos de sujeción se pueden disponer en un plano que, en general, se corresponde con un eje neutro en donde los esfuerzos de
- 15 compresión y de tracción son nulos, determinándose la ubicación del eje neutro de acuerdo con la geometría de la caja **10** y la aplicación de fuerzas a la misma. En cualquier caso, una reducción en el esfuerzo en la posición de los elementos de sujeción puede dar como resultado una caja de superficie aerodinámica **10** más resistente y/o una reducción en el número de elementos de sujeción que se requieren para la unión.
- 20 A un experto en la materia a la que concierne la presente invención, que disponga del beneficio de las enseñanzas que se presentan en las descripciones anteriores y los dibujos asociados, se le ocurrirán muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención que se expone en el presente documento. Por lo tanto, se ha de entender que la invención no se ha de limitar a las realizaciones específicas que se divulgan y que se tiene por objeto que las modificaciones y otras realizaciones estén incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. A pesar de
- 25 que en el presente documento se emplean expresiones específicas, estas se usan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de una caja para una superficie aerodinámica (10) que tiene un revestimiento exterior, comprendiendo el método:

5            determinar la ubicación de un eje neutro de la caja de superficie aerodinámica (10) en donde los esfuerzos de compresión y de tracción son nulos;  
 formar una primera estructura de semicoquilla unitaria (30) que comprende una primera porción (32) del revestimiento (16) de la superficie aerodinámica, una pluralidad de miembros de refuerzo (34, 36) que se  
 10            extienden en paralelo con respecto a la primera porción del revestimiento y que están configurados para soportar la primera porción del revestimiento, y una pluralidad de miembros de conexión (38) que definen unas bridas de conexión (42);  
 formar una segunda estructura de semicoquilla unitaria (50) que comprende una segunda porción (52) del revestimiento (16) de la superficie aerodinámica, una pluralidad de miembros de refuerzo (54, 56) que se  
 15            extienden en paralelo con respecto a la segunda porción del revestimiento y que están configurados para soportar la segunda porción del revestimiento, y una pluralidad de miembros de conexión (58) que definen unas bridas de conexión (62), correspondiéndose cada miembro de refuerzo (54) de la segunda estructura de semicoquilla en cuanto a su posición con uno respectivo de los miembros de refuerzo (34) de la primera estructura de semicoquilla, y correspondiéndose cada brida de conexión (62) de la segunda estructura de semicoquilla en cuanto a su posición con una respectiva de las bridas de conexión (42) de la primera estructura de semicoquilla; y  
 20            conectar cada brida de conexión (62) de la segunda estructura de semicoquilla con la correspondiente brida de conexión (42) de la primera estructura de semicoquilla al disponer una pluralidad de elementos de sujeción a través de las correspondientes bridas de conexión (42, 62) de la primera y la segunda estructura de semicoquilla, formando de ese modo la caja (10) con la primera y la segunda porción del revestimiento de la superficie aerodinámica dispuestas en una configuración de oposición y los miembros de refuerzo dispuestos entre las mismas, en donde las bridas de conexión (42, 62) están conectadas a lo largo de un plano que, en general, se corresponde con el eje neutro.

30            2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha primera y dicha segunda etapa de formación comprenden formar la primera (30) y la segunda (50) estructura de semicoquilla como estructuras unitarias de materiales compuestos.

35            3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicha primera etapa de formación comprende coser los miembros de refuerzo (34, 36) y de conexión (38) de la primera estructura de semicoquilla (30) a la primera porción del revestimiento de la superficie aerodinámica y curar un material de matriz de la primera porción del revestimiento y los miembros de refuerzo y de conexión de la primera estructura de semicoquilla de forma sustancialmente conjunta, y en donde dicha segunda etapa de formación comprende coser los miembros de refuerzo (54, 56) y de conexión (58) de la segunda estructura de semicoquilla (50) a la segunda porción del revestimiento de la superficie aerodinámica y curar un material de matriz de la segunda porción del revestimiento y los miembros de refuerzo y de conexión de la segunda estructura de semicoquilla de forma sustancialmente conjunta, teniendo lugar cada una de dicha primera y dicha segunda etapa de formación antes de dicha etapa de conexión.

45            4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha primera y dicha segunda etapa de formación y dicha etapa de conexión comprenden fabricar una primera caja (10a) y que comprende adicionalmente:

                  repetir dicha primera y dicha segunda etapa de formación y dicha etapa de conexión para formar una segunda caja (10b); y  
 50            conectar la segunda caja con la primera caja de tal modo que un revestimiento exterior de la segunda caja se extiende de forma generalmente continua con el revestimiento exterior de la primera caja.

55            5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicha etapa de conexión comprende disponer los elementos de sujeción en una dirección sustancialmente perpendicular con respecto a las porciones de revestimiento.

60            6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicha etapa de conexión comprende disponer las porciones de conexión (38, 58) en una configuración de solapamiento y disponer los elementos de sujeción en una dirección sustancialmente paralela con respecto a las porciones de revestimiento.

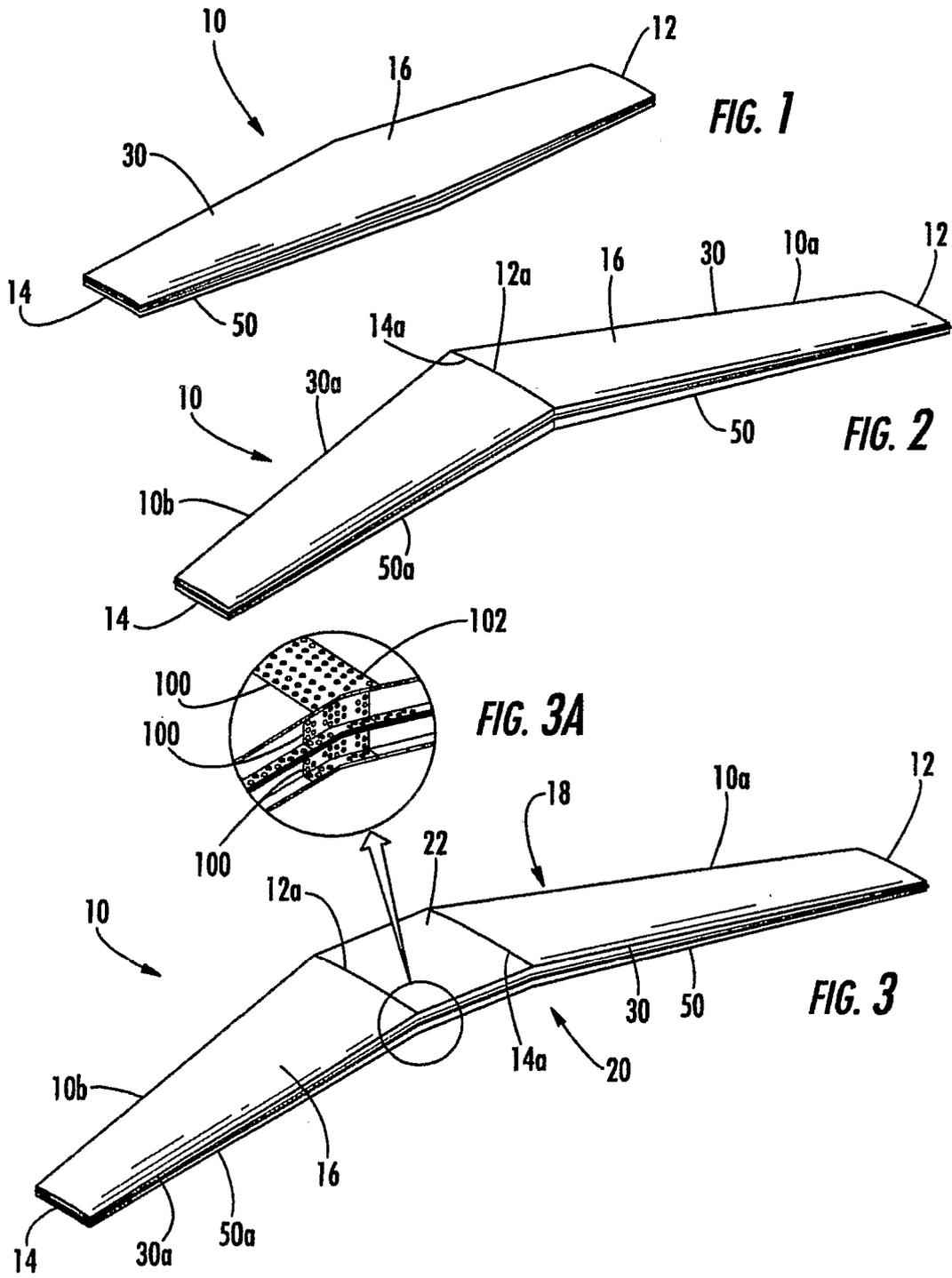
65            7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicha etapa de conexión comprende disponer las porciones de conexión a lo largo de un plano sustancialmente equidistante entre la primera y la segunda porción de revestimiento.

                  8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente conectar al menos uno de los miembros de refuerzo (34, 36) de la segunda estructura de semicoquilla con el correspondiente miembro de refuerzo (54, 56) de la primera estructura de semicoquilla.

9. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicha etapa de conexión comprende disponer los elementos de sujeción en el exterior de un espacio interior de la caja que se define mediante las porciones de revestimiento (32, 52) y los miembros de conexión (38, 58).
- 5 10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde dicha primera y dicha segunda etapa de formación comprenden formar en una sola pieza al menos un larguerillo (34, 54) y al menos una nervadura (36, 56) con cada una de las estructuras de semicoquilla, extendiéndose cada larguerillo en una dirección longitudinal de la caja, extendiéndose cada nervadura en una dirección transversal perpendicular con respecto a la dirección longitudinal, y extendiéndose cada miembro de conexión (42, 62) en la dirección longitudinal de la caja.
- 10 11. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente conectar al menos una pieza de conexión (80) con la caja, conectándose cada pieza de conexión con al menos uno de los miembros de conexión (38, 58) en una posición que se corresponde con una posición de al menos uno de los miembros de refuerzo.
- 15 12. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (36) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento; y
- 20 la segunda estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal, y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (56) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento y que están configuradas para soportar el revestimiento; y en donde el método incluye adicionalmente:
- 25 disponer unos elementos de sujeción (72) a través de al menos una de las nervaduras (56a) de la segunda estructura de semicoquilla y la correspondiente nervadura (36a) de la primera estructura de semicoquilla para conectar las correspondientes nervaduras.
- 30 13. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (36) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento; y
- 35 la segunda estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal, y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (56) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento y que están configuradas para soportar el revestimiento; y en donde el método incluye adicionalmente:
- 40 proporcionar a al menos una nervadura (36b) de la primera estructura de semicoquilla y la correspondiente nervadura (56b) de la segunda estructura de semicoquilla unas porciones de lengüeta; superponer las porciones de lengüeta; y unir las porciones de lengüeta con elementos de sujeción.
- 45 14. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (36) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento;
- 50 la segunda estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal, y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (56) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento y que están configuradas para soportar el revestimiento; y al menos una de las nervaduras (36c) de la primera estructura de semicoquilla y la correspondiente nervadura (56c) de la segunda estructura de semicoquilla permanecen sin unir.
- 55 15. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende adicionalmente conectar una porción lateral delantera del revestimiento con un extremo transversal delantero de la caja y conectar una porción lateral trasera del revestimiento con un extremo transversal trasero de la caja.
- 60 16. Una caja estructural (10) para una superficie aerodinámica, comprendiendo la caja:
- una primera estructura de semicoquilla unitaria (30) que comprende una primera porción (32) de un revestimiento (16) de la superficie aerodinámica, una pluralidad de miembros de refuerzo (34, 36) que se extienden en paralelo con respecto a la primera porción del revestimiento y que están configurados para soportar la primera porción del
- 65 revestimiento y una pluralidad de miembros de conexión (38) que definen unas bridas de conexión (42); una segunda estructura de semicoquilla unitaria (50) que comprende una segunda porción (52) del revestimiento

- (16) de la superficie aerodinámica, una pluralidad de miembros de refuerzo (54, 56) que se extienden en paralelo con respecto a la segunda porción del revestimiento y que están configurados para soportar la segunda porción del revestimiento y una pluralidad de miembros de conexión (58) que definen unas bridas de conexión (62), correspondiéndose cada miembro de refuerzo de la segunda estructura de semicoquilla en cuanto a su posición con uno respectivo de los miembros de refuerzo de la primera estructura de semicoquilla, y correspondiéndose cada brida de conexión de la segunda estructura de semicoquilla con una respectiva de las bridas de conexión de la primera estructura de semicoquilla; y
- una pluralidad de elementos de sujeción que conectan cada brida de conexión (62) de la segunda estructura de semicoquilla con la correspondiente brida de conexión (42) de la primera estructura de semicoquilla, de tal modo que la primera y la segunda porción del revestimiento de la superficie aerodinámica definen un espacio entre las mismas con los miembros de refuerzo dispuestos en el mismo, y en donde las bridas de conexión están conectadas a lo largo de un plano que, en general, se corresponde con un eje neutro de la caja de superficie aerodinámica (10) en donde los esfuerzos de compresión y de tracción son nulos.
17. Una caja de acuerdo con la reivindicación 16, en donde cada una de la primera (30) y la segunda (50) estructura de semicoquilla es una estructura de material compuesto unitaria.
18. Una caja de acuerdo con o bien la reivindicación 16 o bien la reivindicación 17, que comprende adicionalmente al menos un tercer y un cuarto miembro de semicoquilla unitarios que están unidos a los extremos transversales del primer y el segundo miembro de semicoquilla de tal modo que unas porciones de revestimiento del tercer y el cuarto miembro de semicoquilla se extienden de forma generalmente continua con las porciones de revestimiento de la primera y la segunda semicoquilla, respectivamente.
19. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en donde los elementos de sujeción están dispuestos en una dirección sustancialmente perpendicular con respecto a las porciones de revestimiento (32, 52).
20. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en donde los elementos de sujeción están dispuestos en una dirección sustancialmente paralela con respecto a las porciones de revestimiento (32, 52).
21. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, en donde las porciones de conexión están dispuestas a lo largo de un plano sustancialmente equidistante entre la primera y la segunda porción de revestimiento (32, 52).
22. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 21, que comprende adicionalmente una pluralidad de elementos de sujeción que unen al menos uno de los miembros de refuerzo (54, 56) de la segunda estructura de semicoquilla con el correspondiente miembro de refuerzo (34, 36) de la primera estructura de semicoquilla.
23. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 22, en donde los elementos de sujeción están dispuestos completamente en el exterior de un espacio interior que se define mediante las porciones de revestimiento y los miembros de conexión.
24. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23, que comprende adicionalmente al menos una pieza de conexión (80) que está conectada con al menos uno de los miembros de conexión en una posición que se corresponde con una posición de al menos uno de los miembros de refuerzo, estando configurada cada pieza de conexión para conectar un miembro de control con la caja.
25. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 24, que comprende adicionalmente una porción lateral delantera del revestimiento que está conectada con un extremo transversal delantero de la caja y una porción lateral trasera del revestimiento que está conectada con un extremo transversal trasero de la caja, definiendo las porciones laterales delantera y trasera en conjunción con la primera y la segunda porción de revestimiento la superficie aerodinámica.
26. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 25, en donde la primera estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (36) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento;
- la segunda estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal, y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (56) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento y que están configuradas para soportar el revestimiento; y
- una pluralidad de elementos de sujeción (72) están dispuestos a través de al menos una de las nervaduras (56a) de la segunda estructura de semicoquilla y la correspondiente nervadura (36a) de la primera estructura de semicoquilla y conectando de ese modo las correspondientes nervaduras.

27. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 26, en donde la primera estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (36) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento;
- 5 la segunda estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal, y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (56) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento y que están configuradas para soportar el revestimiento; y
- 10 al menos una nervadura (36b) de la primera estructura de semicoquilla define una porción de lengüeta que está configurada para unirse a una porción de lengüeta de la correspondiente nervadura (56b) de la segunda estructura de semicoquilla, superponiéndose las porciones de lengüeta y estando unidas mediante elementos de sujeción.
28. Una caja de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27, en donde la primera estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (36) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento;
- 15 la segunda estructura de semicoquilla unitaria se extiende en sentido longitudinal entre un primer y un segundo extremo longitudinal y en sentido transversal entre un primer y un segundo extremo transversal, y los miembros de refuerzo incluyen una pluralidad de nervaduras (56) que se extienden en paralelo con respecto al revestimiento en la dirección transversal del revestimiento y que están configuradas para soportar el revestimiento; y
- 20 al menos una de las nervaduras (36c) de la primera estructura de semicoquilla y la correspondiente nervadura (56c) de la segunda estructura de semicoquilla permanecen sin unir.
- 25 29. Una caja para un ala de aeronave que tiene un revestimiento exterior, en donde la caja es tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 16 a 28.



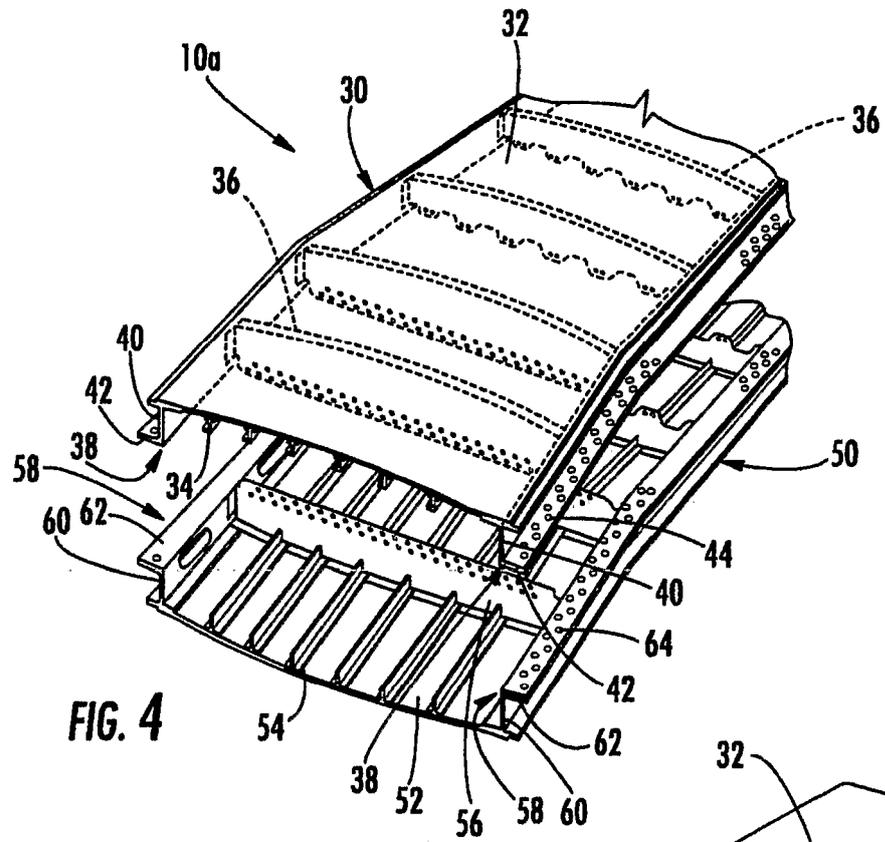


FIG. 4

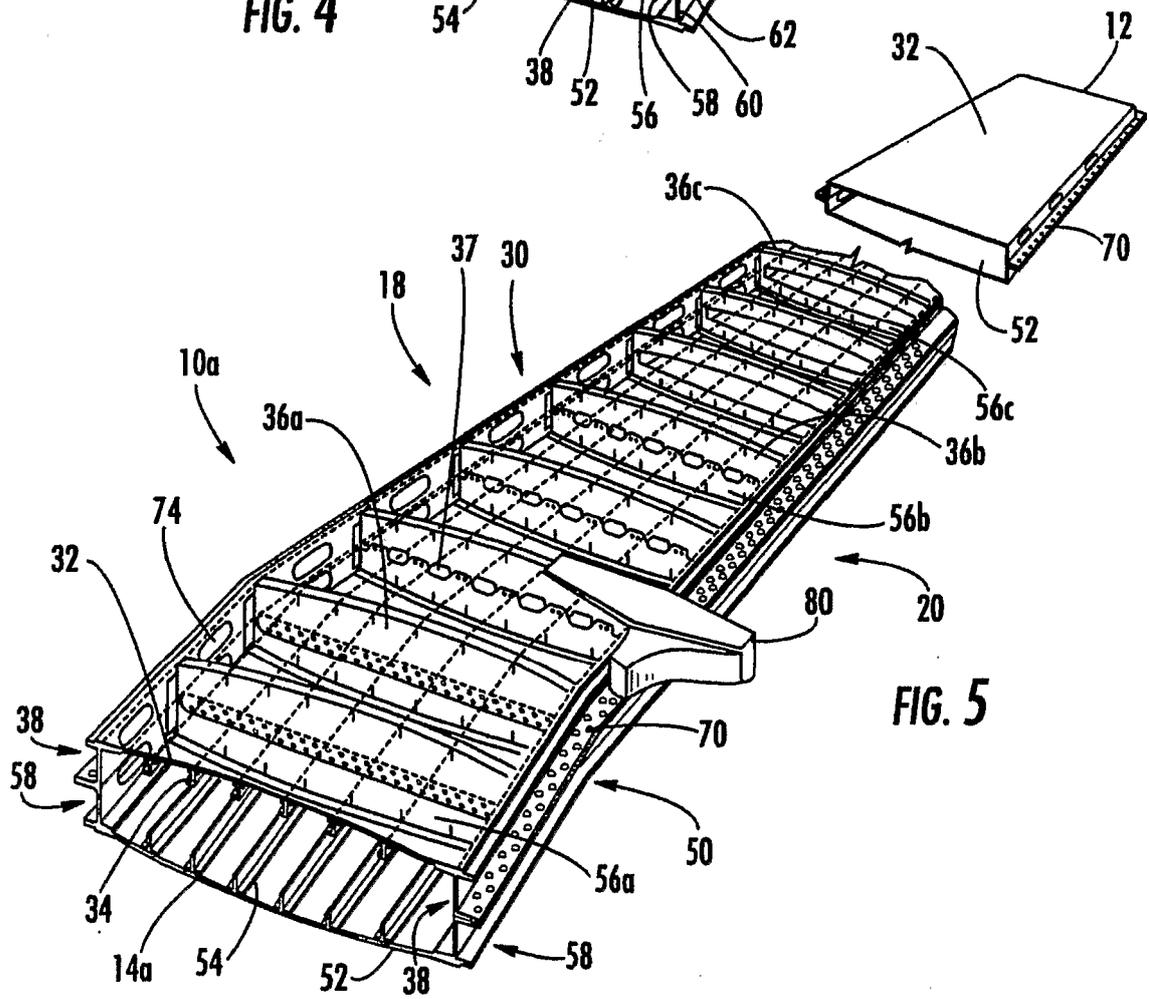


FIG. 5

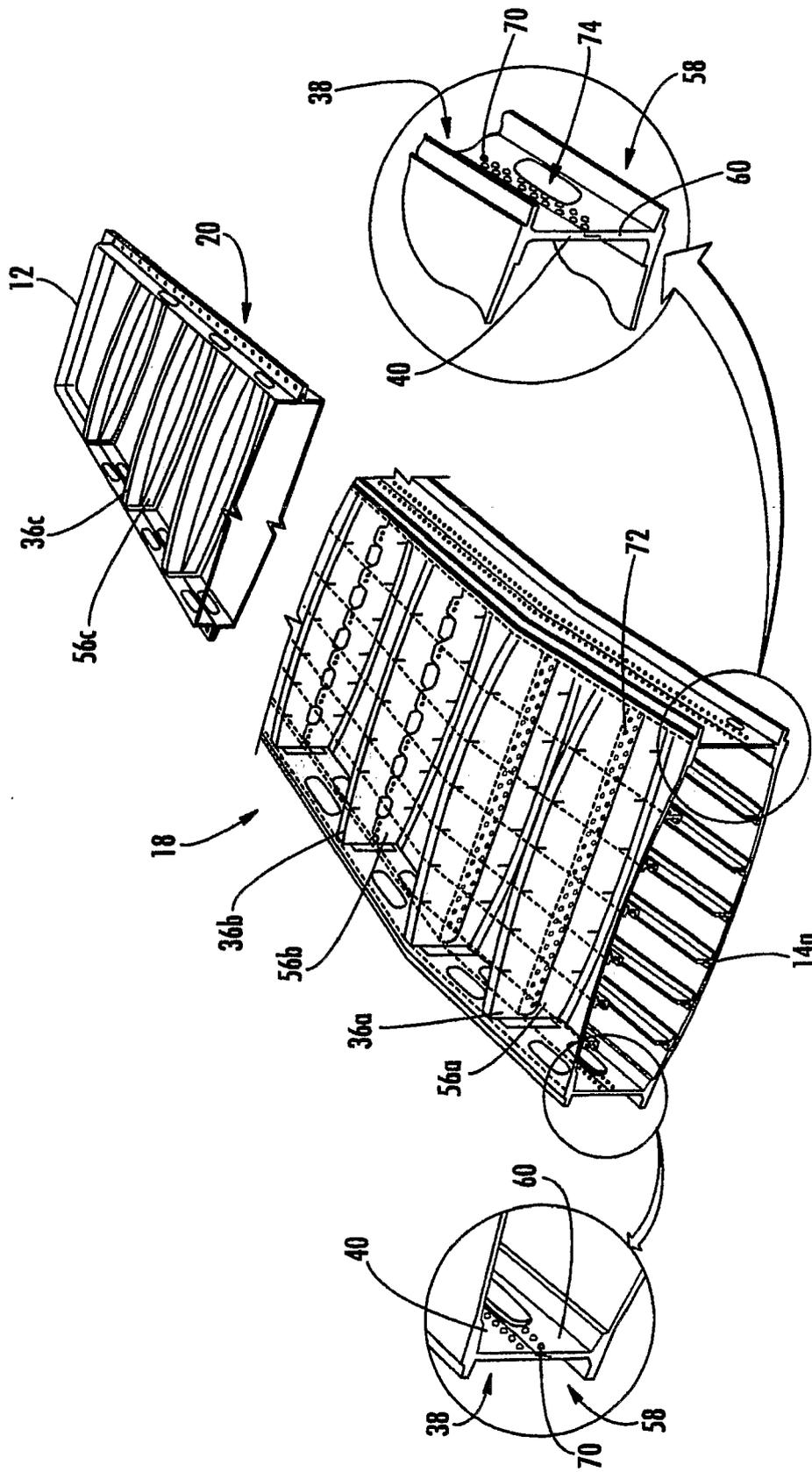
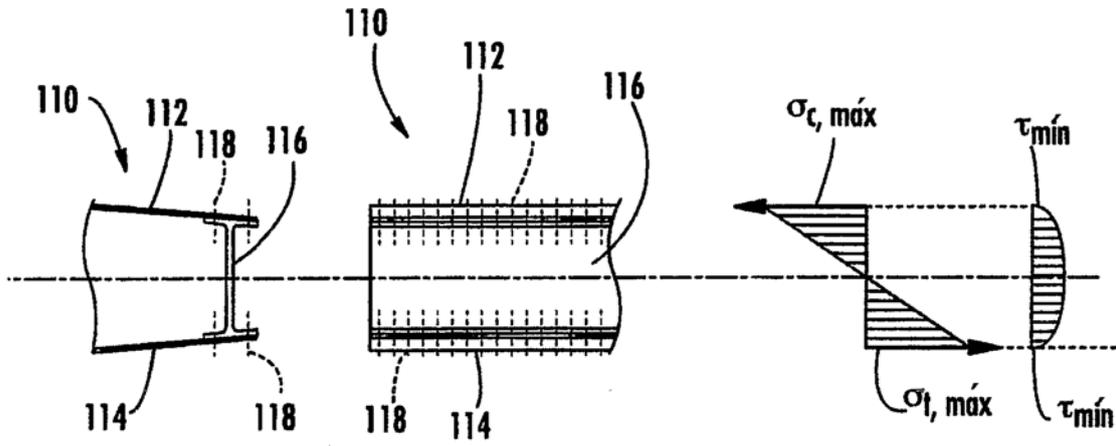


FIG. 6

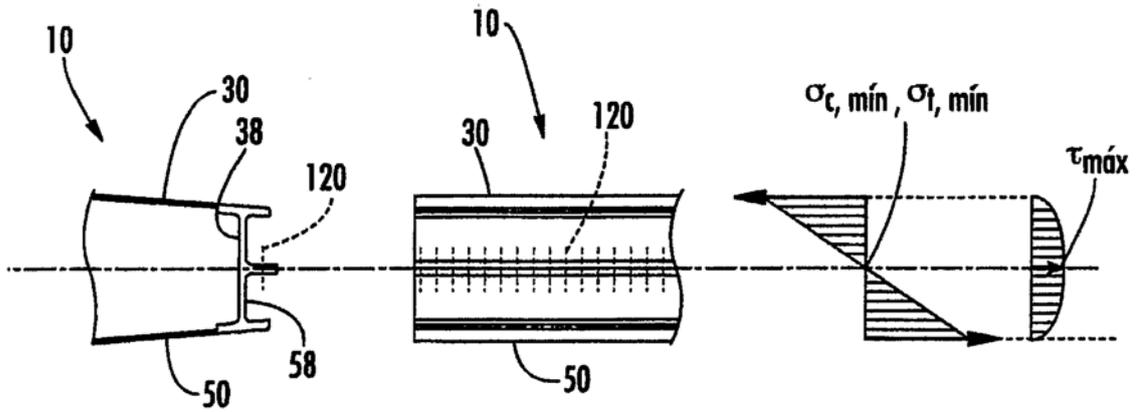




**FIG. 8A**  
(TÉCNICA ANTERIOR)

**FIG. 8B**  
(TÉCNICA ANTERIOR)

**FIG. 8C**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



**FIG. 9A**

**FIG. 9B**

**FIG. 9C**