

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 524**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B29D 99/00** (2010.01)

**B29D 24/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2010 E 10782107 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2512784**

54 Título: **Mecanismo y método de estabilización de capas de material compuesto**

30 Prioridad:

**15.12.2009 US 638947**

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

**27.03.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PHAM, DOAN D.;  
TOLLAN, MARK W.;  
OUTZEN, RICHARD M.;  
LOCKLEER, JOHN C. y  
HARRIS, CHRISTOPHER G.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 451 524 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**

Mecanismo y método de estabilización de capas de material compuesto

5 CAMPO

La presente divulgación versa en general acerca de la construcción con materiales compuestos y, más en particular, acerca de un sistema y un método de estabilización de capas de material compuesto contra el movimiento relativo mutuo.

10 ANTECEDENTES

Las estructuras estratificadas de material compuesto construidas de materiales de núcleo aplanado u otro núcleo ligero proporcionan varias ventajas con respecto a otras disposiciones estructurales de material compuesto. Las estructuras estratificadas normalmente incluyen la capa central acotada en las caras opuestas del núcleo por láminas exteriores o estratos compuestos de una o más capas de material compuesto. Debido al peso relativamente ligero del núcleo, la combinación del núcleo y los estratos en caras opuestas del núcleo da como resultado una proporción relativamente alta entre rigidez y peso en comparación con estructuras de material compuesto compuestas de capas laminadas. Además, las estructuras estratificadas de material compuesto tienen proporciones relativamente altas entre resistencia y peso debido a la densidad relativamente baja del material del núcleo. Ciertas estructuras como, sin limitación, las superficies hipersustentadoras de las alas y/o las puertas de un avión comercial de pasajeros pueden beneficiarse de una construcción estratificada de material compuesto debido a sus características favorables de rigidez y a su peso ligero.

25 Durante la fabricación de una estructura de material compuesto, normalmente se aplican presión y calor a un apilamiento de materiales compuestos que forman la estructura para curar y adherir los materiales compuestos. Puede emplearse un autoclave como medio para aplicar calor y presión al apilamiento de material compuesto, tal como un apilamiento de una estructura estratificada de material compuesto. Para el ejemplo hecho notar anteriormente de una superficie hipersustentadora de ala formada con material de núcleo ligero, la geometría y el tamaño de la superficie hipersustentadora pueden presentar retos en cuanto al curado y la adhesión de los materiales compuestos del núcleo.

30 Por ejemplo, la superficie hipersustentadora alar de un avión comercial de pasajeros puede tener un grosor de núcleo relativamente grande (por ejemplo, 15 cm o más) con una tendencia hacia el aumento del grosor del núcleo en respuesta a los esfuerzos en curso por minimizar el peso en las estructuras de material compuesto. La superficie hipersustentadora alar también puede incluir uno o más biseles para ahusar el grosor del núcleo, tal como a lo largo de una dirección hacia el perímetro de la superficie hipersustentadora. El ángulo del bisel puede superar los 10 grados y puede ser de hasta 20 grados o mayor, dependiendo de la geometría de la superficie hipersustentadora. Para tal configuración, la presión ejercida por el autoclave (por ejemplo, de aproximadamente 310,26 kPa) puede dar como resultado la aplicación de una carga lateral relativamente grande (por ejemplo, de hasta 17.792,89 N) en el bisel del núcleo. La carga lateral relativamente grande puede dar como resultado el movimiento o el desplazamiento mutuo de las capas de los estratos superior e inferior a lo largo de una dirección desde el perímetro de la superficie hipersustentadora hacia el bisel del núcleo. Además, el calentamiento de las capas entre las que está encajonado el núcleo puede reducir la viscosidad de la resina que está en contacto con el núcleo y que puede reducir la fricción y facilitar adicionalmente el desplazamiento de las capas. El desplazamiento mutuo de las capas puede dar como resultado el movimiento del núcleo, haciendo que el núcleo se compacte o se aplaste en respuesta al movimiento de las capas.

50 Los intentos de la técnica anterior por evitar el aplastamiento del núcleo incluyen la aplicación de una película adhesiva y una plancha de fibra de vidrio en torno al borde del panel de material compuesto en un esfuerzo por estabilizar el núcleo contra el movimiento durante la aplicación de presión de autoclave. Desgraciadamente, la plancha de fibra de vidrio se extiende por la superficie del núcleo, lo que da como resultado un peso adicional en la estructura. Otros intentos por impedir el aplastamiento del núcleo incluyen la aplicación de zunchos de inmovilización a lo largo del perímetro del apilamiento de material compuesto. Los zunchos de inmovilización pueden comprender zunchos de fibra de vidrio que pueden ser fijados al útil y extendidos sobre la capa superior del apilamiento de material compuesto y adheridos a la misma. Sin embargo, tales zunchos de inmovilización pueden ser poco efectivos contra las fuerzas laterales relativamente grandes ejercidos sobre los biseles de área superficial grande durante la aplicación de presión de autoclave.

60 Otro enfoque a la prevención del desplazamiento de capas en estructuras de material compuesto es crear un tabique o dividir el núcleo a lo largo de un plano horizontal aproximadamente a media altura del núcleo. Pueden instalarse capas de fibra de vidrio y adhesivos entre las porciones superior e inferior del núcleo dividido en un intento de estabilizar el núcleo contra el movimiento. Desgraciadamente, la adición de las capas de fibra de vidrio y adhesivo puede eliminar la capacidad de realizar una inspección no destructiva del panel de material compuesto usando técnicas de inspección ultrasónica debido al bloqueo de la señal ultrasónica por la capa de fibra de vidrio. Además, la adición de la plancha de fibra de vidrio y el adhesivo puede aumentar el peso de la estructura de material compuesto.

El documento WO 96/22878 A1 muestra un método de fabricación de un artículo de material compuesto de núcleo apanalado que incluye la formación de un núcleo apanalado y un recubrimiento precurado de material compuesto que tiene un borde del núcleo y un borde de sujeción, respectivamente. El recubrimiento precurado de material compuesto se coloca en combinación con un elemento de moldeo rígido que tiene una superficie de molde y el núcleo apanalado es unido con el recubrimiento precurado de material compuesto para formar un subconjunto unido. Se coloca un recubrimiento exterior no curado de material compuesto sobre el subconjunto unido de modo que una porción periférica del recubrimiento exterior no curado de material compuesto se extienda más allá del borde de sujeción una distancia X y de modo que la porción periférica esté colocado superpuesto colindantemente con la superficie de molde. El núcleo apanalado, el recubrimiento precurado de material compuesto y el recubrimiento no curado de material compuesto definen un apilamiento de material compuesto sobre el que se dispone una bolsa de vacío. Se evacua la cavidad de moldeo resultante para empujar la bolsa de vacío contra el recubrimiento exterior no curado de material compuesto, efectuando con ello el enganche de la porción periférica con el borde de sujeción y la superficie de molde. Acto seguido, se cura el apilamiento de material compuesto, formando el artículo terminado de material compuesto de núcleo apanalado cuyo núcleo apanalado está situado con precisión y está sustancialmente libre de distorsión.

Por último, existe la necesidad en la técnica de un sistema y un método de estabilización de las capas de una estructura de material compuesto contra el movimiento sin requerir la adición de materiales que puedan aumentar el peso de la estructura de material compuesto.

#### COMPENDIO

Se da a conocer un mecanismo de estabilización para resistir el movimiento relativo de los estratos superior e inferior de una estructura de material compuesto dotada de un núcleo. Los estratos superior e inferior pueden estar montados sobre el núcleo. El mecanismo de estabilización puede comprender una banda inferior de sujeción montada en el útil y puede tener una superficie exterior y puede incluir al menos un elemento de enganche para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior. El mecanismo de estabilización puede incluir al menos una banda superior de sujeción que puede tener superficies exteriores opuestas, pudiendo incluir cada una de las superficies exteriores al menos uno de los elementos de enganche para enganchar la banda inferior de sujeción y al menos uno de los estratos superior e inferior.

También se da a conocer un mecanismo de estabilización para resistir el movimiento relativo de los estratos superior e inferior que puede montarse en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para impedir el aplastamiento del núcleo biselado. La estructura de material compuesto puede montarse sobre un útil. El aplastamiento del núcleo puede ocurrir por la aplicación de fuerza de autoclave al bisel formado en el núcleo. La estructura de material compuesto puede incluir estratos superior e inferior montados, respectivamente, sobre las superficies superior e inferior del núcleo. Los estratos superior e inferior pueden comprender, respectivamente, capas superiores e inferiores. La estructura de material compuesto puede tener un perímetro que puede incluir una línea de corte que define un margen de corte. El mecanismo de estabilización puede comprender una banda inferior de sujeción adherida al útil dentro del margen de corte y puede incluir un elemento laminar metálico generalmente alargado que tiene superficies interior y exterior. El mecanismo de estabilización puede incluir una pluralidad de salientes que se extienden hacia fuera desde la superficie exterior. Los salientes de la banda inferior de sujeción pueden enganchar al menos dos de las capas para evitar el movimiento relativo de la banda inferior de sujeción.

El mecanismo de estabilización puede incluir al menos una banda superior de sujeción que puede ser colocada en alineamiento sustancial con la banda inferior de sujeción y puede comprender un par de los elementos laminares adheridos a las superficies interiores en una disposición adosada. Cada uno de los elementos laminares puede tener una pluralidad de los salientes extendiéndose hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores. Los salientes de la banda superior de sujeción pueden enganchar la banda inferior de sujeción para impedir el movimiento con respecto a la misma y pueden enganchar al menos dos de las capas en lados opuestos de la banda superior de sujeción para impedir el movimiento de las capas con respecto a la banda superior de sujeción. Puede montarse al menos un zuncho de unión en el útil y puede solaparse a una porción de la banda superior de sujeción. Una película formadora de bolsa de vacío puede sellar la estructura de material compuesto al útil para aplicar fuerza de compresión sobre los estratos superior e inferior para aumentar el acoplamiento con las bandas superior e inferior de sujeción.

La presente divulgación incluye, además, un sistema para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento del núcleo biselado. El sistema puede comprender un útil para recibir la estructura de material compuesto y un mecanismo de estabilización. El mecanismo de estabilización puede incluir una banda inferior de sujeción montada en el útil y que puede tener una superficie exterior que incluya al menos un elemento de enganche para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior. El mecanismo de estabilización puede incluir al menos una banda superior de sujeción que puede tener superficies exteriores opuestas, cada una de las cuales puede incluir al menos un elemento de enganche para enganchar la banda inferior de sujeción y al menos uno de los estratos superior e

inferior. El sistema puede incluir un mecanismo de fuerza para aplicar una fuerza de compresión al estrato superior para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior a las bandas superior e inferior de sujeción.

5 También se da a conocer un método para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento en el núcleo biselado. El método puede comprender las etapas de montar una banda inferior de sujeción en un útil y estratificar un estrato inferior sobre el útil, de modo que el estrato inferior enganche una porción de la banda inferior de sujeción. El método puede comprender, además, colocar un núcleo sobre el estrato inferior, situar una banda superior de sujeción de modo que una porción de la misma enganche la banda inferior de sujeción, y estratificar un estrato superior sobre el núcleo, de modo que una porción del estrato superior enganche la banda superior de sujeción.

15 En una realización adicional, se da a conocer un método para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento en el núcleo biselado bajo aplicación de fuerza de autoclave al bisel. La estructura de material compuesto puede ser montada sobre un útil y puede tener un perímetro que puede incluir una línea de corte que defina un margen de corte. El núcleo puede tener al menos un bisel. El método puede comprender las etapas de adherir una banda inferior de sujeción al útil dentro del margen de corte. La banda inferior de sujeción puede tener salientes que se extiendan hacia fuera desde una superficie exterior de la misma. El método puede incluir la estratificación de capas inferiores del estrato inferior sobre el útil, de modo que al menos dos de las capas inferiores enganchen una porción de la banda inferior de sujeción. Las capas inferiores pueden ser terminadas en una relación mutuamente escalonada sobre la banda inferior de sujeción.

25 El método puede incluir colocar el núcleo sobre el estrato inferior dentro de la línea de corte, colocar al menos una banda superior de sujeción en alineamiento sustancial con la banda inferior de sujeción y enganchar la banda superior de sujeción en una porción de la banda inferior de sujeción. El método puede incluir estratificar capas superiores de un estrato superior sobre el núcleo, de modo que al menos dos de las capas superiores se solapen sobre una porción de la banda superior de sujeción y la enganchen. Las capas superiores pueden terminar en una relación mutuamente escalonada sobre la banda superior de sujeción. El método también puede incluir montar al menos un zuncho de unión en el útil y extender el zuncho de unión sobre al menos una porción de la banda superior de sujeción y a lo largo de un tramo de la misma. Puede aplicarse una fuerza de compresión a la estructura de material compuesto para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior a las bandas superior e inferior de sujeción.

35 Según una realización, se proporciona un mecanismo de estabilización para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior de una estructura de material compuesto dotada de un núcleo, incluyendo el mecanismo de estabilización una banda inferior de sujeción montada en un útil y que tiene una superficie exterior que incluye al menos un elemento de enganche para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior; y al menos una banda superior de sujeción que tiene superficies exteriores opuestas, incluyendo cada una de las superficies exteriores al menos uno de los elementos de enganche para enganchar la banda inferior de sujeción y al menos uno de los estratos superior e inferior.

En el mecanismo de estabilización, el elemento de enganche puede comprender una pluralidad de salientes.

45 En el mecanismo de estabilización, la banda inferior de sujeción puede comprender un elemento laminar que tiene unas superficies interior y exterior y los salientes que se extienden desde la superficie exterior.

50 En el mecanismo de estabilización, la banda superior de sujeción puede comprender un par de los elementos laminares conectados en una disposición adosada en las superficies interiores, de modo que los salientes se extiendan hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores.

En el mecanismo de estabilización, la estructura de material compuesto puede incluir un perímetro que tenga una línea de corte que defina un margen de corte de la estructura de material compuesto; y estando situadas las bandas superior e inferior de sujeción dentro del margen de corte.

55 En el mecanismo de estabilización, las bandas superior e inferior de sujeción pueden estar sustancialmente alineadas entre sí.

60 El mecanismo de estabilización puede incluir, además, al menos un zuncho de unión montado en el útil y solapado a una porción de la banda superior de sujeción.

El mecanismo de estabilización puede incluir, además, una película formadora de bolsa de vacío que selle la estructura de material compuesto al útil para aplicar fuerza de compresión sobre los estratos superior e inferior para aumentar el acoplamiento con las bandas superior e inferior de sujeción.

- Según una realización adicional, se proporciona un mecanismo de estabilización para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para impedir el aplastamiento del núcleo biselado bajo la aplicación de fuerza de autoclave al núcleo biselado, estando montados los estratos superior e inferior, respectivamente, en las superficies superior e inferior del núcleo, comprendiendo los estratos superior e inferior, respectivamente, capas superiores e inferiores, teniendo la estructura de material compuesto un perímetro que incluye una línea de corte que define un margen de corte, incluyendo el mecanismo de estabilización una banda inferior de sujeción adherida al útil dentro del margen de corte e incluyendo un elemento laminar metálico generalmente alargado que tiene superficies interior y exterior y que incluye una pluralidad de salientes que se extienden hacia fuera desde la superficie exterior, enganchando los salientes de la banda inferior de sujeción al menos dos de las capas para impedir el movimiento con respecto a la banda inferior de sujeción; al menos una banda superior de sujeción en alineamiento sustancial con la banda inferior de sujeción y que incluye un par de los elementos laminares adheridos en las superficies interiores en una disposición adosada, y teniendo cada uno una pluralidad de los salientes extendiéndose hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores, enganchando los salientes de la banda superior de sujeción la banda inferior de sujeción para impedir el movimiento con respecto a la misma y enganchando al menos dos de las capas en lados opuestos de la banda superior de sujeción para impedir el movimiento de las capas con respecto a la banda superior de sujeción; al menos un zuncho de unión montado en el útil y solapado a una porción de la banda superior de sujeción; y una película formadora de bolsa de vacío que sella la estructura de material compuesto al útil para aplicar fuerza de compresión sobre los estratos superior e inferior para aumentar el acoplamiento con las bandas superior e inferior de sujeción.
- Además, se proporciona una realización de un sistema para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento del núcleo biselado, incluyendo el sistema un útil para recibir la estructura de material compuesto, un mecanismo de estabilización que incluye una banda inferior de sujeción montada en el útil y dotada de una superficie exterior que incluye al menos un elemento de enganche para engancharse al menos uno de los estratos superior e inferior; y al menos una banda superior de sujeción dotada de superficies exteriores opuestas, cada una de las cuales incluye al menos un elemento de enganche para engancharse la banda inferior de sujeción y al menos uno de los estratos superior e inferior; y un mecanismo de fuerza para aplicar una fuerza de compresión al estrato superior para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior a las bandas superior e inferior de sujeción.
- En el sistema, el mecanismo de fuerza puede comprender al menos una de las siguientes: una película formadora de bolsa de vacío para sellar la estructura de material compuesto al útil y crear un vacío sobre la misma; y una presión de autoclave aplicada a la estructura de material compuesto.
- En el sistema, el elemento de enganche puede comprender una pluralidad de salientes.
- En el sistema, la banda inferior de sujeción puede comprender un elemento laminar dotado de superficies interior y exterior, extendiéndose los salientes desde la superficie exterior.
- En el sistema, la banda superior de sujeción puede comprender un par de los elementos laminares conectados en una disposición adosada en las superficies interiores, de modo que los salientes se extiendan hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores.
- Además, se proporciona una realización de un método para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento en el núcleo biselado, que incluye las etapas de montar una banda inferior de sujeción en un útil; estratificar un estrato inferior sobre el útil, de modo que el estrato inferior enganche una porción de la banda inferior de sujeción; colocar un núcleo sobre el estrato inferior; situar una banda superior de sujeción, de modo que una porción de la misma enganche la banda inferior de sujeción; y estratificar un estrato superior sobre el núcleo, de modo que una porción del estrato superior enganche la banda superior de sujeción.
- En el método, la etapa de estratificar el estrato superior sobre el núcleo puede comprender: estratificar el estrato superior sobre el núcleo de modo que una porción del mismo se solape con el estrato inferior y enganche la banda superior de sujeción.
- En el método en el que el estrato superior comprende capas superiores, la etapa de estratificación del estrato superior puede incluir: terminar al menos dos de las capas superiores en una relación mutuamente escalonada.
- En el método en el que los estratos superior e inferior comprenden, respectivamente, capas superiores e inferiores, el método puede incluir, además, la etapa de: estratificar los estratos superior e inferior de modo que al menos una de las capas superiores e inferiores enganche ambas bandas superior e inferior de sujeción.
- En el método en el que la estructura de material compuesto tiene un perímetro que incluye una línea de corte que define un margen de corte, la etapa de montaje de la banda inferior de sujeción en el útil puede incluir: situar la banda inferior de sujeción dentro del margen de corte a lo largo del perímetro.

El método puede incluir, además, la etapa de: formar la banda inferior de sujeción a partir de un elemento laminar que tenga superficies interior y exterior y salientes que se extiendan desde la superficie exterior.

- 5 El método puede incluir, además, la etapa de: formar la banda superior de sujeción adhiriendo un par de los elementos laminares en una disposición adosada en las superficies interiores de los mismos, de modo que los salientes se extiendan hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores.

10 El método puede incluir, además, la etapa de: aplicar una fuerza de compresión a la estructura de material compuesto para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior a las bandas superior e inferior de sujeción.

15 En el método, la etapa de aplicación de la fuerza de compresión puede comprender al menos uno de los siguientes: crear un vacío sobre una película formadora de bolsa de vacío que selle la estructura de material compuesto al útil; y aplicar presión de autoclave a la estructura de material compuesto.

20 Además, puede proporcionar una estructura de material compuesto producida según la realización del método para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento en el núcleo biselado.

25 Además, se proporciona una realización de un método para resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados en un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento en el núcleo biselado bajo la aplicación de fuerza de autoclave a un bisel del núcleo, estando montada la estructura de material compuesto en un útil y teniendo un perímetro que incluye una línea de corte que define un margen de corte, incluyendo las etapas de: adherir una banda inferior de sujeción al útil dentro del margen de corte, teniendo la banda inferior de sujeción salientes que se extienden hacia fuera desde una superficie exterior de la misma; estratificar capas inferiores del estrato inferior sobre el útil, de modo que al menos dos de las capas inferiores enganchen una porción de la banda inferior de sujeción; terminar las capas inferiores en una relación mutuamente escalonada sobre la banda inferior de sujeción; colocar el núcleo sobre el estrato inferior dentro de la línea de corte; colocar al menos una banda superior de sujeción en alineamiento sustancial con la banda inferior de sujeción; enganchar la banda superior de sujeción a una porción de la banda inferior de sujeción; estratificar capas superiores del estrato superior sobre el núcleo de modo que al menos dos de las capas superiores se solapen con una porción de la banda superior de sujeción y la enganchen; terminar las capas superiores en una relación mutuamente escalonada sobre la banda superior de sujeción; montar al menos un zuncho de unión en el útil; extender el zuncho de unión sobre al menos una porción de la banda superior de sujeción y a lo largo de un tramo de la misma; y aplicar una fuerza de compresión a la estructura de material compuesto para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior a las bandas superior e inferior de sujeción.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 Estas y otras características de la presente divulgación resultarán más evidentes con referencia a los dibujos, en los que números iguales se refieren a partes iguales en todos ellos y en los que:

45 la Figura 1 es una vista superior de una aeronave que puede incluir una estructura de material compuesto para la que puede implementarse un mecanismo de estabilización que prevenga el movimiento de capas;

la Figura 2 es una ilustración en perspectiva de un apilamiento de una estructura de material compuesto configurado como una superficie hipersustentadora alar y que está montada en un útil y que ilustra, además, estratos superior e inferior de la estructura de material compuesto dotada de un núcleo encajonado entre los mismos;

50 la Figura 3 es una vista superior de la estructura de material compuesto montada en el útil;

la Figura 4A es una ilustración en corte transversal de la estructura de material compuesto tomada a lo largo de la línea 4A-4A de la Figura 3 y que ilustra el movimiento de capas que puede ocurrir sin la implementación de una realización del mecanismo de estabilización;

55 la Figura 4B es una ilustración en corte transversal de la estructura de material compuesto tomada a lo largo de la línea 4B-4B de la Figura 3 y que ilustra el mecanismo de estabilización para resistir el movimiento de capas y en la que el mecanismo de estabilización puede comprender una banda inferior de sujeción montada en el útil y una banda superior de sujeción que se puede enganchar a la banda inferior de sujeción y al menos a uno de los estratos superior e inferior;

60 la Figura 5A es una ilustración en perspectiva de la banda superior de sujeción en una realización formada a partir de un par de elementos laminares adheridos entre sí en una disposición adosada;

la Figura 5B es una ilustración en perspectiva de la banda inferior de sujeción en una realización formada a partir de uno de los elementos laminares;

la Figura 6 es un diagrama de bloques del mecanismo de estabilización en una realización;

65 la Figura 7 es una ilustración de un diagrama de flujo para un método de reducción del aplastamiento de un núcleo biselado de una estructura de material compuesto;

la Figura 8 es un diagrama de flujo de una metodología de producción y mantenimiento de aeronaves; y

la Figura 9 es un diagrama de bloques de una aeronave.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 Con referencia a los dibujos en los que las exposiciones son únicamente para fines de ilustración de realizaciones preferentes y diversas de la divulgación y no con fines de limitación de la misma, en la Figura 1 se muestra una vista en planta de una aeronave 120 como ejemplo de una de varias aplicaciones en las que puede implementarse un mecanismo 72 de estabilización (Figuras 2-3) para impedir el movimiento relativo de capas 32, 34 (Fig. 2) durante la fabricación de una estructura 10 de material compuesto. Según puede verse en la Figura 1, la aeronave 120 incluye un par de alas 124 que se extienden hacia fuera desde un fuselaje 122 desde el interior 14 al exterior 16 y que 10 tienen unidades propulsoras 134. La aeronave 120 puede incluir una sección 128 de cola dotada de un estabilizador horizontal 130, un estabilizador vertical 132 y/u otras superficies 126 de control. La aeronave 120 puede incluir otros componentes que pueden incorporar ventajosamente el uso del mecanismo 72 de estabilización (Figuras 2-3) según se da a conocer en el presente documento durante la fabricación de las estructuras 10 de material compuesto.

15 Por ejemplo, la aeronave 120 puede incluir una o más superficies hipersustentadoras alares 136, que pueden ser formadas como una estructura 10 de material compuesto que se beneficie del mecanismo 72 de estabilización (Figuras 2- 3) en la prevención del movimiento de capas 32, 34 (Fig. 2) y el aplastamiento del núcleo 20 (Fig. 2) durante el procedimiento de fabricación. En este sentido, debería hacerse notar que aunque el mecanismo 72 de estabilización dado a conocer en el presente documento se describe en relación con una superficie 20 hipersustentadora alar 136 como la que pueda usarse en una aeronave 120, el mecanismo 72 de estabilización puede ser implementado en la fabricación de una estructura 10 de material compuesto para cualquier aplicación 20 vehicular o no vehicular y para el uso en cualquier industria, incluyendo, sin limitación, las industrias marina y de la automoción. Además, el mecanismo 72 de estabilización y el método dados a conocer en el presente documento no están limitados al uso en paneles estratificados que tengan un núcleo alveolar ligero, tal como un núcleo apanalado 20, sino que pueden incluir la fabricación de cualquier estructura 10 de material compuesto que comprenda capas 25 estratificadas 32, 34 (Fig. 2) en la que pueda ocurrir un movimiento de capas.

Con referencia a la Figura 2, se muestra la estructura 10 de material compuesto configurada como una superficie hipersustentadora alar 136 y montada en un útil 50 que puede ser usada para el apilamiento y la preparación de la 30 estructura 10 de material compuesto antes de la consolidación y/o el curado de la estructura 10 de material compuesto. Aunque se muestra configurada como una superficie hipersustentadora alar 136 en la Figura 2, la estructura 10 de material compuesto puede ser configurada con formas, tamaños y configuraciones alternativos diversos, sin limitación, y que pueden beneficiarse del mecanismo 72 de estabilización dado a conocer en el presente documento. El útil 50 puede incluir terminales 52 de sujeción de mecanización para sujetar la estructura 10 de material compuesto durante el procedimiento de fabricación. La estructura 10 de material compuesto puede 35 disponerse sobre una superficie 54 del útil 50, según se ilustra en la Figura 2. El útil 50 también puede ser transportable, de modo que la estructura 10 de material compuesto pueda moverse de una estación de apilamiento a una estación de autoclave para la aplicación de calor y/o presión durante el curado.

40 Según puede verse en la Figura 2, la estructura 10 de material compuesto puede incluir estratos superior e inferior 28, 30 entre los cuales puede estar encajonado el núcleo 20. La estructura 10 de material compuesto puede incluir un perímetro 48 a lo largo del cual puede colocarse el mecanismo 72 de estabilización. El estrato inferior 30 puede comprender capas inferiores 34 sobre las que puede montarse el núcleo 20. El estrato superior 28 puede comprender capas superiores 32 que pueden colocarse sobre el núcleo 20 y que también pueden solaparse con el 45 estrato inferior 30 en el borde del núcleo 20 para formar un elemento 12 de recubrimiento. El núcleo 20 puede estar formado de cualquier material adecuado de núcleo 20 incluyendo, sin limitación, materiales metálicos como aluminio, aramida, fibra de vidrio o cualquier otro material adecuado. Asimismo, las capas superiores e inferiores 32, 34, que constituyen, respectivamente, los estratos superior e inferior 28, 30, pueden estar formadas de cualquier material adecuado, tal como, sin limitación, tejido de calada preimpregnado o material de cinta unidireccional.

50 Según puede verse en la Figura 2, la estructura 10 de material compuesto puede incluir uno o más biseles 40 que pueden estar formados con cualquier ángulo. El mecanismo 72 de estabilización dado a conocer en el presente documento puede evitar, al menos sustancialmente, el movimiento de capas, tal como a lo largo de una dirección desde el perímetro 48 hacia el bisel 40 del núcleo. El mecanismo 72 de estabilización puede disponerse en torno al 55 perímetro 48 del panel 18 de material compuesto, según se ilustra en las Figuras 2 y 3. El mecanismo 72 de estabilización puede evitar el aplastamiento del núcleo biselado 20 bajo la aplicación de presión a la estructura 10 de material compuesto, tal como durante la consolidación y/o el curado. El procedimiento de curado de la estructura 10 de material compuesto puede incluir la adhesión de los estratos superior e inferior 28, 30 a las respectivas de las superficies superior e inferior 22, 24 del núcleo del material del núcleo 20.

60 Con referencia particular ahora a la Figura 3, se muestra una vista en planta de la estructura 10 de material compuesto montada sobre el útil 50 e ilustrando el perímetro 48 de la estructura 10 de material compuesto sobre el que puede colocarse el mecanismo 72 de estabilización. Según puede verse en la Figura 3, el estrato superior 28 puede estar formado por las capas superiores 32 que se ilustran parcialmente desprendidas en la Figura 3 para 65 ilustrar el solapamiento del estrato superior 28 sobre el mecanismo 72 de estabilización. El mecanismo 72 de

estabilización puede comprender una banda inferior 78 de sujeción que puede estar adherida al útil 50 en la superficie interna o montada de otra forma en el útil 50. Además, el mecanismo 72 de estabilización puede incluir al menos una banda superior 76 de sujeción que puede estar dispuesta opcionalmente en alineamiento sustancial con la banda inferior 78 de sujeción y puede estar enganchada a la banda inferior 78 de sujeción. Las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden estar enganchadas a los estratos superior e inferior 28, 30 para resistir, restringir o evitar el movimiento relativo de las capas superiores e inferiores 32, 34 que componen los estratos superior e inferior 28, 30. Así, el mecanismo 72 de estabilización puede resistir el movimiento del núcleo 20 sobre el que están montados los estratos superior e inferior 28, 30 dentro de la estructura 10 de material compuesto. Así, el mecanismo 72 de estabilización puede minimizar o eliminar el aplastamiento del núcleo 20.

Por ejemplo, y con referencia a la Figura 4A, se muestra una ilustración en corte transversal de la estructura 10 de material compuesto en una realización que tiene un zuncho 74 de unión montable sobre el útil 50 y que se extiende parcialmente sobre las capas 32, 34. Según puede verse en la Figura 4A, el movimiento 104 de capas se produce en las capas 32, 34, lo que da como resultado el movimiento del núcleo 20, provocando el aplastamiento 100 del núcleo. Se ilustra que el área de aplastamiento 100 del núcleo tiene una densidad generalmente mayor de los alvéolos que individuales 26 que componen el núcleo 20. En este sentido el movimiento 106 del núcleo y el aplastamiento 100 del núcleo pueden ocurrir como consecuencia de la compactación de los alvéolos 26 del núcleo en respuesta a la fuerza lateral 108 ejercida sobre el bisel 40 por la fuerza 112 de autoclave generada por la presión 110 de autoclave u otra presión externa aplicada al bisel 40. En consecuencia, la porción del bisel 40 de la estructura 10 de material compuesto puede presentar combadura 102 o deformación del panel. Para grosores de núcleo 20 relativamente grandes (por ejemplo, superiores a 15 cm) y para ángulos  $\theta$  de bisel relativamente grandes (por ejemplo, superiores a 10 grados), la magnitud de la fuerza 112 de autoclave o fuerza lateral 108 puede ser suficiente para causar el aplastamiento 100 del núcleo en ausencia de un mecanismo para restringir el movimiento de las capas 32, 34.

Con referencia ahora a la Figura 4B, se muestra una ilustración en corte transversal de la estructura 10 de material compuesto dotada del mecanismo 72 de estabilización enganchada a los estratos superior e inferior 28, 30 a lo largo del perímetro 38 de la estructura 10. El mecanismo 72 de estabilización está configurado para resistir el movimiento de las capas 32, 34 en la dirección desde el perímetro 48 hacia el bisel 40 del núcleo. El mecanismo 72 de estabilización puede resistir el movimiento de las capas 32, 34, lo que puede resistir o impedir el movimiento del núcleo 20. Según puede verse en la Figura 4B, el mecanismo 72 de estabilización puede incluir al menos una banda superior 76 de sujeción y una banda inferior 78 de sujeción enganchada a la banda superior 76 de sujeción. La banda inferior 78 de sujeción puede estar formada como un elemento laminar 78a y puede montarse en el útil 50 adhiriendo una superficie interna 78b de la banda inferior 78 de sujeción al útil 50 usando un adhesivo 92. Sin embargo, la banda inferior 78 de sujeción puede montarse en el útil 50 mediante cualquier medio adecuado, incluyendo, sin limitación, el encolado y/o la sujeción mecánica. El mecanismo 72 de estabilización puede estar situado, preferentemente, dentro de una banda 42 de canto del útil 50 para permitir el recorte o la eliminación del mecanismo 72 de estabilización tras completar el curado o la consolidación de la estructura 10 de material compuesto. La Figura 4B ilustra una línea 44 de corte que define un margen 46 de corte a lo largo del perímetro 48 de la estructura de material compuesto. El mecanismo 72 de estabilización se sitúa, preferentemente, dentro del margen 46 de corte.

Con referencia aún a la Figura 4B, la banda inferior 78 de sujeción puede montarse en el útil 50 y puede incluir una superficie exterior 78c que tiene al menos un elemento 78d de enganche, tal como un saliente 78e para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior 28, 30. Por ejemplo, el estrato inferior 30 puede incluir tres capas P1, P2 y P3 que pueden extenderse sobre la banda inferior 78 de sujeción en una relación solapada con la misma dentro de una zona de solapamiento 94 de capas y bandas. Puede proporcionarse el solapamiento 94 de capas y bandas con cualquier anchura, tal como un solapamiento de 2,54 cm de cada capa inferior 34 con la banda inferior 78 de sujeción. La cantidad de solapamiento 94 de capas y bandas es suficiente, preferentemente, para facilitar el enganche de las capas inferiores 34 a la banda inferior 78 de sujeción para resistir el movimiento de las capas inferiores 34.

Aunque la Figura 4B ilustra que tres capas 34 están enganchadas a la banda inferior 78 de sujeción, puede haber enganchado un número cualquiera de capas inferiores 34 a la banda inferior 78 de sujeción y en cualquier cantidad de solapamiento 94 de capas y bandas. En este sentido, se contempla que pueda haber enganchado una sola capa 34 en relación solapada con la banda inferior 78 de sujeción. La cantidad de solapamiento de las capas 34 con la banda inferior 78 de sujeción puede estar dictada, en parte, por la anchura de la banda inferior 78 de sujeción. En una realización, puede proporcionarse la banda inferior 78 de sujeción con una anchura de 7,5 cm o con una anchura de 15 cm. Asimismo, puede proporcionarse la banda superior 76 de sujeción con una anchura de 7,5 o 15 cm, dependiendo de la disponibilidad de materiales. Sin embargo, pueden proporcionarse la banda inferior 78 de sujeción y la banda superior 76 de sujeción con cualquier anchura o en cualquier combinación de anchuras a lo largo del perímetro 48 de la estructura 10 de material compuesto.

Con referencia aún a la Figura 4B, se ilustra que la banda superior 76 de sujeción está orientada opcionalmente en alineamiento sustancial con la banda inferior 78 de sujeción. En este sentido, la banda superior 76 de sujeción



5 puede estar formada del mismo material, o similar, que la banda inferior 78 de sujeción. Por ejemplo, la banda superior 76 de sujeción puede estar formada como un par de elementos laminares 76a unidos en las superficies interiores 76b mediante un adhesivo 93, aunque la banda superior 76 de sujeción puede estar formada como una estructura unitaria de cualquier configuración adecuada. En este sentido, las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden estar formadas de materiales similares o disimilares. La banda superior 76 de sujeción está dispuesta, preferentemente, de tal modo que el estrato superior 28 esté enganchado a la misma. Más en particular, las capas superiores 32 que constituyen el estrato superior 28 pueden estar enganchadas en relación solapada a la banda superior 76 de sujeción. Según puede verse en la Figura 4B, las capas P4 y P5 del estrato superior 28 pueden disponerse en lados opuestos de la banda superior 76 de sujeción. Sin embargo, también se contempla que el estrato inferior 30 y el estrato superior 28 puedan engancharse directamente a la banda superior 76 de sujeción.

10 Por ejemplo, la capa P3 del estrato inferior 30 puede engancharse a un lado inferior de la banda superior 76 de sujeción, mientras que la capa P4 del estrato superior 28 puede engancharse a un lado superior de la banda superior 76 de sujeción. En este sentido, la banda superior 76 de sujeción puede estar formada como un elemento laminar 76a y puede tener al menos un elemento 76d de enganche, tal como un saliente 76e, formado en cada una de las superficies exteriores 76c de la banda superior 76 de sujeción para enganchar la banda inferior 78 de sujeción y/o para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior 28, 30. Según puede verse, la disposición del estrato superior 28 y el estrato inferior 30 con respecto a la banda superior 76 de sujeción proporciona una variedad de configuraciones para estratificar las capas superiores 32 y las capas inferiores 34 con respecto a la banda superior 76 de sujeción. Notablemente, la banda superior 76 de sujeción está enganchada a lo largo de una porción de la banda inferior 78 de sujeción y también está enganchada, preferentemente, a una o más de las capas superiores 32 del estrato superior 28.

15 Con referencia aún a la Figura 4B, puede verse que la banda superior 76 de sujeción se solapa con la banda inferior 78 de sujeción en la cantidad indicada como el solapamiento 96 de la banda de sujeción. En una realización, el solapamiento 96 de la banda de sujeción puede medir aproximadamente 5 cm para una anchura de banda de sujeción de aproximadamente 15 cm. En este sentido, la cantidad del solapamiento 96 de la banda de sujeción puede comprender aproximadamente del 20% al 40% de la anchura total disponible para el enganche a la banda inferior 78 de sujeción. Asimismo, cada uno de los solapamientos 94 de capas y bandas puede comprender aproximadamente del 10% al 20% de la anchura total de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción. Sin embargo, el solapamiento 94 de capas y bandas y el solapamiento 96 de la banda de sujeción pueden proporcionarse en cualquier cantidad relativa y no están limitados a lo que se ilustra y se da a conocer en el presente documento.

20 También debería hacerse notar que aunque en la Figura 4B se ilustra que el mecanismo 72 de estabilización comprende una sola de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción, puede proporcionarse un número cualquiera de bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción en cualquier disposición relativa de la una sobre la otra y con los estratos superior e inferior 28, 30. Por ejemplo, el mecanismo 72 de estabilización puede comprender una pluralidad de las bandas superiores 76, 78 de sujeción que pueden estar enganchadas entre sí y a una o más de las capas superiores y/o inferiores 32, 34. Una de las bandas superiores 76 de sujeción puede solaparse, al menos parcialmente, y engancharse con la banda inferior 78 de sujeción que puede estar montada en el útil 50. Las bandas superiores 76 de sujeción pueden solaparse, al menos parcialmente, y engancharse con la banda inferior 78 de sujeción. Además, las bandas superiores 76 de sujeción pueden solaparse, al menos parcialmente, y engancharse entre sí en una cualquiera de varias disposiciones diferentes, sin limitación.

25 Con referencia brevemente a la Figura 3, puede verse que la banda inferior 78 de sujeción se extiende por debajo de las capas inferiores 34 del estrato inferior 30. Se ilustra que las capas P1, P2 y P3 terminan en una relación mutuamente escalonada 80, de modo que una porción de al menos una de las capas inferiores 34 tiene un enganche directo 82 con la banda inferior 78 de sujeción. Puede verse que la banda superior 76 de sujeción está enganchada en una porción más al exterior de la banda inferior 78 de sujeción. Con referencia aún a la Figura 3, se ilustra que las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción se extienden a lo largo del perímetro 48 de la estructura 10 de material compuesto. Además, se ilustra que las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción se extienden en una anchura de la estructura 10 de material compuesto en una sección o tramo continuo del material. Sin embargo, las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden comprender cualquier número de secciones a lo largo del perímetro 48 de la estructura 10 de material compuesto. Además, las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden extenderse a lo largo del perímetro 48 de manera continua en una disposición de secciones de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción.

30 Con referencia a la Figura 4B, se muestra un zuncho 74 de unión que puede montarse opcionalmente en el útil 50 a lo largo de la superficie 54 del útil y que puede disponerse en una relación solapada con la banda superior 76 de sujeción. Además, el zuncho 74 de unión puede solaparse con la más superior de las capas superiores 32 del estrato superior 28 en una cantidad ilustrada como un solapamiento 98 del zuncho de unión. El zuncho 74 de unión puede proporcionar resistencia adicional contra el movimiento de la banda superior 76 de sujeción con respecto a la banda inferior 78 de sujeción. El zuncho 74 de unión puede montarse en la superficie 54 del útil mediante cualquier medio adecuado, incluyendo, sin limitación, unión mediante adhesivo 92 y/o mediante fijación mecánica.

El zuncho 74 de unión puede comprender secciones individuales de fleje y/o puede estar formado como una tira de fleje que puede extenderse a lo largo de un tramo del perímetro 48 o un ancho del perímetro 48, según se ilustra en la Figura 3. Con referencia aún a la Figura 4B, el zuncho 74 de unión puede montarse en el útil 50 y puede solaparse al menos a una porción de la banda superior 76 de sujeción a lo largo de un tramo de la misma, tal como a lo largo del perímetro 48 de la estructura 10. Con referencia a la Figura 4B, la banda inferior 78 de sujeción puede estar formada de cualquier material adecuado, incluyendo un elemento laminar plano metálico 78a sustancialmente delgado que puede incluir superficies interior y exterior 78b, 78c, según se ha indicado anteriormente. En este sentido, la banda inferior 78 de sujeción puede comprender un único elemento laminar plano 78a que tenga una forma generalmente alargada y que pueda incluir una pluralidad de salientes 78e que se extiendan desde el mismo hacia fuera.

Los salientes 78e pueden comprender el elemento 78d de enganche para enganchar los estratos superior y/o inferior 28, 30. Los salientes 78e pueden extenderse hacia fuera hasta una altura suficiente para enganchar al menos una de las capas superiores e inferiores 32, 34 de los estratos superior e inferior 28, 30. Por ejemplo, para un material de fibra preimpregnado que tenga un grosor de aproximadamente 0,18 mm, se contempla que los salientes 78e puedan extenderse hacia fuera al menos hasta una altura que sea sustancialmente equivalente al grosor de una de las capas 32, 34. En una realización, los salientes 78e pueden tener una altura de al menos aproximadamente 0,25 mm para facilitar el enganche a una de las capas 32, 34 hasta un grado suficiente para evitar el movimiento o el desplazamiento de las capas 32, 34.

Con referencia a las Figuras 5A-5B, se muestran ilustraciones en perspectiva de realizaciones de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción. Según puede verse en la Figura 5A, la banda superior 76 de sujeción puede comprender un par de elementos laminares 76a. Los elementos laminares 76a pueden estar adheridos o sujetos o conectados entre sí de otra forma, tal como en las superficies interiores 76b en una disposición adosada. Según puede verse en la Figura 5B, la banda inferior 78 de sujeción puede comprender uno solo de los elementos laminares 78a. Cada uno de los elementos laminares 76a, 78a de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción puede comprender material estrato formado de cualquier material adecuado. En una realización, los elementos laminares 76a, 78a pueden incluir elementos 76d, 78d de enganche que pueden comprender una pluralidad de salientes 76e, 78e que se extiendan hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores 76c, 78c. En una realización, cada uno de los elementos laminares 76a, 78a puede estar formado de material relativamente delgado (por ejemplo, de 0,13 mm) de cualquier composición. Por ejemplo, los elementos laminares 76a, 78a pueden estar formado de material metálico, incluyendo, sin limitación, aluminio y acero inoxidable. Los salientes 76e, 78e pueden troquelarse del material estrato, de modo que los salientes 76e, 78e estén formados integralmente con los elementos laminares 76a, 78a.

En este sentido, cada uno de los elementos laminares 76a, 78a puede incluir una pluralidad de perforaciones (no mostradas) que puedan facilitar la evacuación o la salida de elementos volátiles y otros gases que puedan generarse durante la aplicación de calor y/o presión a la estructura 10 de material compuesto (Fig. 4B), tal como durante la consolidación y/o el curado. Además, cada una de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción está configurada, preferentemente, para facilitar un enganche adecuado a los estratos superior e inferior 28, 30 (Fig. 4B) para impedir el movimiento relativo de los mismos. Por ejemplo, los salientes 76e, 78e que se extienden hacia fuera desde las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden estar configurados para que tengan una altura suficiente para penetrar un grosor de al menos una de las capas superiores e inferiores 32, 34 (Fig. 4B) de los estratos superior e inferior 28, 30 (Fig. 4B).

Con referencia aún a las Figuras 5A-5B, los elementos laminares 76a, 78a de los que pueden formarse las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden comprender cualquier material adecuado en cualquier configuración adecuada y no están limitados a una construcción metálica que tenga salientes 76e, 78e formados integralmente en los elementos laminares 76a, 78a. Por ejemplo, se contempla que cada uno de los elementos laminares 76a, 78a pueda comprender una lámina de material abrasivo (no mostrada) para el enganche por rozamiento de las capas superiores e inferiores 32, 34 (Fig. 4B) de los estratos superior e inferior 28, 30 (Fig. 4B). Además, las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden tener una configuración similar que puede facilitar el enclavamiento o el enganche de la banda superior 76 de sujeción a la banda inferior 78 de sujeción. Sin embargo, las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden estar fabricadas de materiales disimilares y pueden ser proporcionadas en tamaños, formas y configuraciones diferentes y no están limitadas a una configuración en la que la banda superior 76 de sujeción esté formada de un par de elementos laminares metálicos 76a, similar a aquella a partir de la cual está formada la banda inferior 78 de sujeción. Además, no debe interpretarse que la configuración de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción mostrada y descrita en el presente documento limite realizaciones alternativas de las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción.

Con referencia a la Figura 4B, las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción pueden comprender, además, una porción de un sistema 70 para reducir el aplastamiento del núcleo, tal como puede ocurrir en estructuras 10 de material compuesto que tengan un núcleo biselado 20. El sistema 70 puede incluir un mecanismo 116 de fuerza que puede ser proporcionado por una fuente de presión externa, tal como presión 110 de autoclave o presión de bolsa

de vacío (no mostrada). El mecanismo 116 de fuerza puede dar como resultado la aplicación de una fuerza 114 de compresión al estrato superior 28 para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior 28, 30 a las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción. En la Figura 4B puede verse que la aplicación de la fuerza 114 de compresión actúa sobre el estrato superior 28 y puede ser transmitida a la banda superior 76 de sujeción, al estrato inferior 30 y a la banda inferior 78 de sujeción para mejorar el acoplamiento entre los mismos.

En este sentido, el mecanismo 72 de estabilización puede proporcionar una ventaja adicional, porque un aumento en la fuerza 114 de compresión, tal como el resultado de una presión 110 de autoclave, también puede dar como resultado un aumento en la fuerza 114 de compresión aplicada al estrato superior 28 que, a su vez, puede dar como resultado un aumento en el acoplamiento de los estratos superior e inferior 28, 30 a las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción. En este sentido, el mecanismo 72 de estabilización facilita un aumento en la fuerza 114 de compresión aplicada al estrato superior 28 en proporción al aumento en la fuerza lateral 108 o la fuerza 112 de autoclave ejercida sobre el bisel 40. También se contempla que el mecanismo 116 de fuerza pueda ser resultado de un vacío creado en una película formadora de bolsa de vacío 56 que pueda usarse para sellar la estructura 10 de material compuesto al útil 50. Por ejemplo, según se muestra en la Figura 4B, la película formadora de bolsa de vacío 56 puede fijarse o sellarse a la superficie 54 del útil 50 por medio de un sellador 58, tal como cinta sellante. La estructura 10 de material compuesto puede incluir opcionalmente una capa permeable 60 al aire, una capa 62 de purgado, una película separadora 64 y/u otros componentes asociados con la fabricación de estructuras de material compuesto.

Con referencia aún a la Figura 4B, la banda inferior 78 de sujeción puede ser configurada de modo que los salientes 78e que se extienden desde la misma hacia fuera estén dispuestos en acoplamiento solapado con al menos dos de las capas superiores 32 o las capas inferiores 34. Sin embargo, el mecanismo 72 de estabilización puede ser configurado de modo que pueda disponerse un número cualquiera de capas inferiores 34 en relación solapada con la banda inferior 78 de sujeción. Asimismo, la banda superior 76 de sujeción puede ser configurada de modo que al menos dos de las capas superiores 32 o de las capas inferiores 34 estén enganchadas por la misma. Sin embargo, según se mencionó anteriormente, la disposición del mecanismo 72 de estabilización puede ser tal que la banda superior 76 de sujeción pueda estar enganchada a un número cualquiera de capas inferiores 34 y a un número cualquiera de capas superiores 32 además del enganche con la banda inferior 78 de sujeción.

Con referencia a la Figura 6, se muestra un diagrama de bloques de un sistema 70 para reducir el aplastamiento del núcleo 20 de una estructura 10 de material compuesto. Según se ha indicado anteriormente, el sistema 70 puede comprender un útil 50 sobre el que puede montarse la estructura 10 de material compuesto. La estructura 10 puede comprender el estrato superior 28, que tiene capas superiores 32, y el estrato inferior 30, que tiene capas inferiores 34, y entre los cuales está encajonado el núcleo 20. El perímetro de la estructura 10 de material compuesto puede estar enganchado al mecanismo 72 de estabilización haciendo que la banda inferior 78 de sujeción esté montada en el útil 50. Según se ha indicado anteriormente, el mecanismo 72 de estabilización puede comprender la banda inferior 78 de sujeción, que tiene una superficie exterior que incluye al menos un elemento 78d de enganche, tal como un saliente 78e, para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior 28, 30. Asimismo, la banda superior 76 de sujeción puede tener superficies exteriores opuestas 76c, pudiendo incluir cada una de las superficies exteriores 76c al menos un elemento 76d de enganche, tal como un saliente 76e, para enganchar la banda inferior 78 de sujeción y para enganchar al menos uno de los estratos superior e inferior 28, 30. Además, el sistema 70 puede comprender un mecanismo 116 de fuerza, tal como presión 110 de autoclave o una película formadora de bolsa de vacío 56 bajo presión de vacío para aplicar una fuerza de compresión al estrato superior 28 para aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior 28, 30 a las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción.

Con referencia ahora a la Figura 7, se muestra un diagrama de flujo que ilustra una metodología para reducir el aplastamiento 100 de un núcleo 20 biselado 40, tal como el núcleo 20 de la estructura 10 de material compuesto ilustrado en las Figuras 2-4B. Según se ilustra en la Figura 7, la metodología puede incluir la etapa 200 de adhesión de la banda inferior 78 de sujeción al útil 50 dentro del margen 46 de corte, según se ilustra en la Figura 4B. La banda inferior 78 de sujeción puede montarse en el útil 50 mediante cualquier medio y no está limitada a la adhesión. Por ejemplo, la banda inferior 78 de sujeción puede ser fijada mecánicamente al útil 50. Según se ha indicado anteriormente, la banda inferior 78 de sujeción puede incluir elementos de enganche tales como una pluralidad de salientes 78e que se extienden hacia fuera desde la superficie exterior 78c de la banda inferior 78 de sujeción. La etapa 202 de la metodología puede incluir la estratificación de capas inferiores 34 del estrato inferior 30 sobre el útil 50. Por ejemplo, la Figura 4B ilustra las capas P1, P2 y P3, que pueden constituir las capas inferiores 34 del estrato inferior 30. Tales capas pueden ser apiladas sobre el útil 50 de modo que al menos dos de las capas inferiores 34 (es decir, P1 y P2) estén enganchadas con al menos una porción de la banda inferior 78 de sujeción. Por ejemplo, según se ilustra en la Figura 4B, las capas P1, P2 y P3 están dispuestas en una relación solapada con la banda inferior 78 de sujeción, de modo que una porción de la banda inferior 78 de sujeción permanezca al descubierto.

Con referencia aún a la Figura 7, la etapa 204 puede comprender terminar las capas inferiores 34 en relación mutuamente escalonada sobre la banda inferior 78 de sujeción, de modo que cada capa defina un solapamiento de capas y bandas que proporcione una cantidad predeterminada de enganche de cada una de las capas con la banda

inferior 78 de sujeción, según se ilustra en la Figura 4B. La etapa 206 puede comprender colocar el núcleo 20, tal como el núcleo apanalado 20 descrito anteriormente, sobre el estrato inferior 30. En este sentido, el núcleo apanalado 20 puede mecanizarse a la medida, incluyendo la formación de biseles en el núcleo 20 para el apilamiento de las capas superiores e inferiores 32, 34 de los estratos superior e inferior 28, 30 sobre el núcleo. Preferentemente, el núcleo 20 se dimensiona dentro de la forma final de la estructura 10 de material compuesto tras la adición de los estratos superior e inferior 28, 30. La etapa 208 puede comprender colocar la banda superior 76 de sujeción en alineamiento sustancial con la banda inferior 78 de sujeción. Por ejemplo, se ilustra que la banda superior 76 de sujeción tiene una anchura similar a la de la banda inferior 78 de sujeción mostrada en la Figura 4B, en la que se ilustra que la banda superior 76 de sujeción está colocada sobre la banda inferior 78 de sujeción dentro del margen 46 de corte del apilamiento en la Figura 4B.

Con referencia aún a la Figura 7, la etapa 212 puede comprender la estratificación de las capas superiores 32 del estrato superior 28 sobre el núcleo 20, de modo que al menos dos de las capas superiores 32 se solapan y se enganchen con una porción de la banda superior 76 de sujeción, según se ilustra en la Figura 4B. Por ejemplo, la Figura 4B ilustra capas P4 y P5 dispuestas a lados opuestos de la banda superior 76 de sujeción y en contacto directo con la misma. Además, en la Figura 4B se ilustra que la capa P6 de las capas superiores 32 está en relación solapada con la banda superior 76 de sujeción en un lado superior de la misma. En este sentido, la metodología comprende la etapa 214 de terminar las capas superiores 32 en una relación mutuamente escalonada sobre la banda superior 76 de sujeción para facilitar el enganche de un número máximo de capas con la banda superior 76 de sujeción.

Con referencia a la Figura 7, la etapa 216 puede comprender montar al menos un zuncho 74 de unión en el útil 50, según se ilustra en la Figura 4B, para aumentar la resistencia contra el movimiento de las capas. Según se ha indicado anteriormente, el zuncho 74 de unión puede comprender un material que se extiende a lo largo de un tramo de la banda superior 76 de sujeción. El zuncho 74 de unión puede comprender un material de tipo fleje que puede ser aplicado en secciones o en un tramo continuo a lo largo de cada uno de los lados de la estructura 10 de material compuesto en el perímetro 48, según se ilustra en la Figura 3. En este sentido, la Figura 4B ilustra que una porción de la capa se puede enganchar directamente a la parte superior de la banda superior 76 de sujeción para proporcionar una mayor resistencia al movimiento de la misma.

Con referencia aún a la Figura 7, la etapa 220 puede comprender aplicar la fuerza 114 de compresión a la estructura 10 de material compuesto. Un resultado fundamental de la aplicación de la fuerza 114 de compresión puede ser consolidar los estratos superior e inferior 28, 30 y el núcleo 20 de la estructura 10 de material compuesto con un resultado secundario de aumentar el acoplamiento de los estratos superior e inferior 28, 30 a las bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción. Según se ha indicado anteriormente, puede facilitarse la aplicación de tal fuerza 114 de compresión mediante la colocación de la estructura 10 de material compuesto dentro de una película formadora de bolsa de vacío 56, que puede ser sellada a la superficie 54 del útil por medio del sellador 58, según se ilustra en la Figura 4B. Puede crearse un vacío en la bolsa 56 de vacío para generar la fuerza de compresión que se ejerce sobre el mecanismo 72 de estabilización. Alternativamente, la aplicación de fuerza 114 de compresión a la estructura 10 de material compuesto también puede incluir la aplicación de presión de autoclave en la estructura 10 de material compuesto, tal como la que pueda ocurrir durante una operación de autoclave para la consolidación o el curado de la estructura 10 de material compuesto, según se ha descrito anteriormente.

El método puede comprender, además, estratificar los estratos superior e inferior 28, 30, de modo que al menos una de las capas superiores e inferiores 32, 34 enganche ambas bandas superior e inferior 76, 78 de sujeción. Así puede reducirse o impedirse el movimiento de las capas. El método puede comprender, además, estratificar el estrato superior 28 sobre el núcleo 20, de modo que una porción del estrato superior 28 solape el estrato inferior 30 y enganche la banda superior 76 de sujeción. Según se ha indicado también anteriormente, el estrato superior 28 comprende capas superiores 32 que pueden terminar en la banda superior 76 de sujeción en una relación mutuamente escalonada. Asimismo, las capas inferiores 34 del estrato inferior 30 pueden apilarse de modo que al menos dos de las capas inferiores 34 estén dispuestas en una relación mutuamente escalonada sobre la banda inferior 78 de sujeción.

Con referencia a las Figuras 8-9, las realizaciones de la divulgación pueden ser descritas en el contexto de un método 300 de fabricación y mantenimiento de aeronaves, según se muestra en la Figura 8, y de una aeronave 302, según se muestra en la Figura 9. Durante la preproducción, el método ejemplar 300 puede incluir la especificación y el diseño 304 de la aeronave 302 y el acopio 306 de materiales. Durante la producción tienen lugar la fabricación 308 de componentes y subconjuntos y la integración 310 de sistemas de la aeronave 302. Posteriormente, la aeronave 302 puede pasar por la verificación y la entrega 312 para ser puesta en servicio 314. Mientras esté en servicio 314 por parte de un cliente, la aeronave 302 está programada para un mantenimiento y un servicio rutinarios 316 (que también pueden incluir modificación, reconfiguración, renovación, etcétera).

Cada uno de los procedimientos del método 300 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, una tercera entidad y/o una empresa explotadora (por ejemplo, un cliente). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas

de sistemas importantes; una tercera entidad puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y una empresa explotadora puede ser una aerolínea, una empresa arrendadora, una entidad militar, una organización de servicios, etcétera.

5 Según se muestra en la Figura 9, la aeronave 302 producida por el método ejemplar 300 puede incluir un fuselaje 318 con una pluralidad de sistemas 320 y un interior 322. Ejemplos de sistemas 320 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 324 de propulsión, un sistema eléctrico 326, un sistema hidráulico 328 y un sistema ambiental 330. Puede incluirse un número cualquiera de sistemas adicionales. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de las realizaciones dadas a conocer pueden aplicarse a otras industrias, tal como la industria de la  
10 automoción.

Los aparatos y los métodos implementados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 300 de producción y mantenimiento. Por ejemplo, los componentes o los subconjuntos correspondientes al procedimiento 308 de producción pueden ser fabricados o manufacturados de  
15 manera similar a los componentes o los subconjuntos producidos mientras la aeronave 302 esté en servicio. Además, pueden utilizarse una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas durante las etapas 308 y 310 de producción; por ejemplo, acelerando sustancialmente el montaje de la aeronave 302 o reduciendo su coste. Análogamente, pueden utilizarse una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas mientras la aeronave 302 esté en servicio  
20 314; por ejemplo, y sin limitación, para su mantenimiento y servicio 316.

Modificaciones y mejoras adicionales de la presente divulgación pueden resultar evidentes para las personas con un dominio normal de la técnica. Así, se pretende que la combinación particular de partes descrita e ilustrada en el presente documento represente únicamente ciertas realizaciones de la presente divulgación y no se pretende que  
25 sirva como limitación de realizaciones o dispositivos alternativos dentro del alcance de la divulgación.

**REIVINDICACIONES**

- 5
1. Un mecanismo (72) de estabilización para resistir el movimiento relativo de estratos superior (28) e inferior (30) de una estructura (10) de material compuesto que tiene un núcleo (20), comprendiendo el mecanismo (72) de estabilización:
- una banda inferior (78) de sujeción montada en un útil y que tiene una superficie exterior que incluye al menos un elemento (76d, 78d) de enganche para enganchar al menos uno de los estratos superior (28) e inferior (30); y **caracterizado por**
- 10 al menos una banda superior (76) de sujeción que tiene superficies exteriores opuestas, incluyendo cada una de las superficies exteriores al menos uno de los elementos (76d, 78d) de enganche para enganchar la banda inferior (78) de sujeción y al menos uno de los estratos superior (28) e inferior (30).
2. El mecanismo de estabilización de la reivindicación 1 en el que:
- 15 el elemento (76d, 78d) de enganche comprende una pluralidad de salientes (76e, 78e).
3. El mecanismo de estabilización de la reivindicación 1 en el que:
- 20 la banda inferior (78) de sujeción comprende un elemento laminar que tiene unas superficies interior y exterior y los salientes (76e, 78e) que se extienden desde la superficie exterior.
4. El mecanismo de estabilización de la reivindicación 3 en el que:
- 25 la banda superior (76) de sujeción comprende un par de los elementos laminares conectados en una disposición adosada en las superficies interiores, de modo que los salientes (76e, 78e) se extiendan hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores.
5. El mecanismo de estabilización de la reivindicación 1 en el que:
- 30 la estructura (10) de material compuesto incluye un perímetro que tiene una línea de corte que define un margen de corte de la estructura (10) de material compuesto; y las bandas superior e inferior (76, 78) de sujeción están situadas dentro del margen de corte.
6. El mecanismo de estabilización de la reivindicación 1 que, además, comprende:
- 35 al menos un zuncho de unión montado en el útil y que se solapa a una porción de la banda superior (76) de sujeción.
7. Un sistema (70) para resistir el movimiento relativo de estratos superior (28) e inferior (30) montados sobre un núcleo biselado (20) de una estructura (10) de material compuesto para reducir el aplastamiento del núcleo biselado (20), comprendiendo el sistema:
- 40 un útil (50) para recibir la estructura (10) de material compuesto; un mecanismo (72) de estabilización según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y un mecanismo (116) de fuerza para aplicar una fuerza de compresión al estrato superior (28) para aumentar el enganche de los estratos superior (28) e inferior (30) a las bandas superior (76) e inferior (78) de sujeción.
- 45
8. El sistema de la reivindicación 7 en el que el mecanismo (116) de fuerza comprende al menos una de las siguientes:
- 50 una película formadora de bolsa de vacío (56) para sellar la estructura (10) de material compuesto al útil (50) y crear un vacío sobre la misma; y una presión (110) de autoclave aplicada a la estructura de material compuesto.
9. El sistema de la reivindicación 7 en el que:
- 55 el elemento (76d, 78d) de enganche comprende una pluralidad de salientes (76e, 78e); y en el que:
- la banda inferior (78) de sujeción comprende un elemento laminar que tiene superficies interior y exterior, extendiéndose los salientes (76e, 78e) desde la superficie exterior.
- 60
10. El sistema de la reivindicación 9 en el que:
- 65 la banda superior (76) de sujeción comprende un par de los elementos laminares conectados en disposición adosada en las superficies interiores de modo que los salientes (76e, 78e) se extiendan hacia fuera desde las respectivas superficies exteriores.

11. Un método de resistir el movimiento relativo de estratos superior e inferior montados sobre un núcleo biselado de una estructura de material compuesto para reducir el aplastamiento en el núcleo biselado, que comprende las etapas de:

5 montar (200) una banda inferior de sujeción en un útil;  
estratificar (202) un estrato inferior sobre el útil, de modo que el estrato inferior enganche una porción de la banda inferior de sujeción;  
colocar (206) un núcleo sobre el estrato inferior;  
10 colocar (208) una banda superior de sujeción de modo que una porción de la misma se puede enganchar a la banda inferior de sujeción; y  
estratificar (212) un estrato superior sobre el núcleo, de modo que una porción del estrato superior enganche la banda superior de sujeción.

15 12. El método de la reivindicación 11 en el que la etapa de estratificación del estrato superior sobre el núcleo comprende:

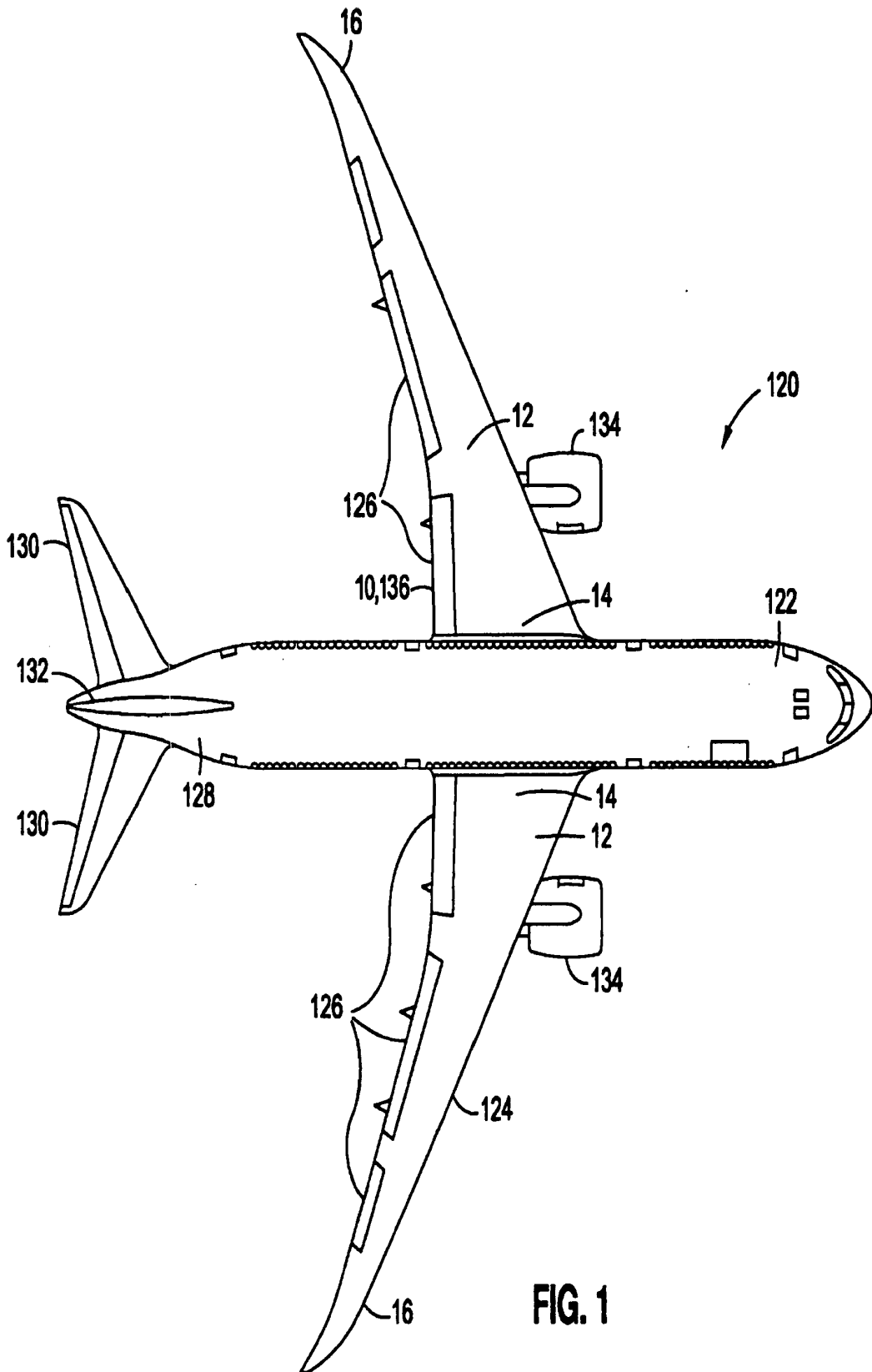
20        estratificar el estrato superior sobre el núcleo de modo que una porción del mismo se solape con el estrato inferior y enganche la banda superior de sujeción.

13. El método de la reivindicación 11 en el que el estrato superior comprende capas superiores, incluyendo la etapa de estratificación del estrato superior:

25        terminar (214) al menos dos de las capas superiores en una relación mutuamente escalonada.

14. El método de la reivindicación 11 en el que los estratos superior e inferior comprenden, respectivamente, capas superiores e inferiores, comprendiendo además el método la etapa de:

30        estratificar los estratos superior e inferior de modo que al menos una de las capas superiores e inferiores enganche tanto la banda superior de sujeción como la inferior.





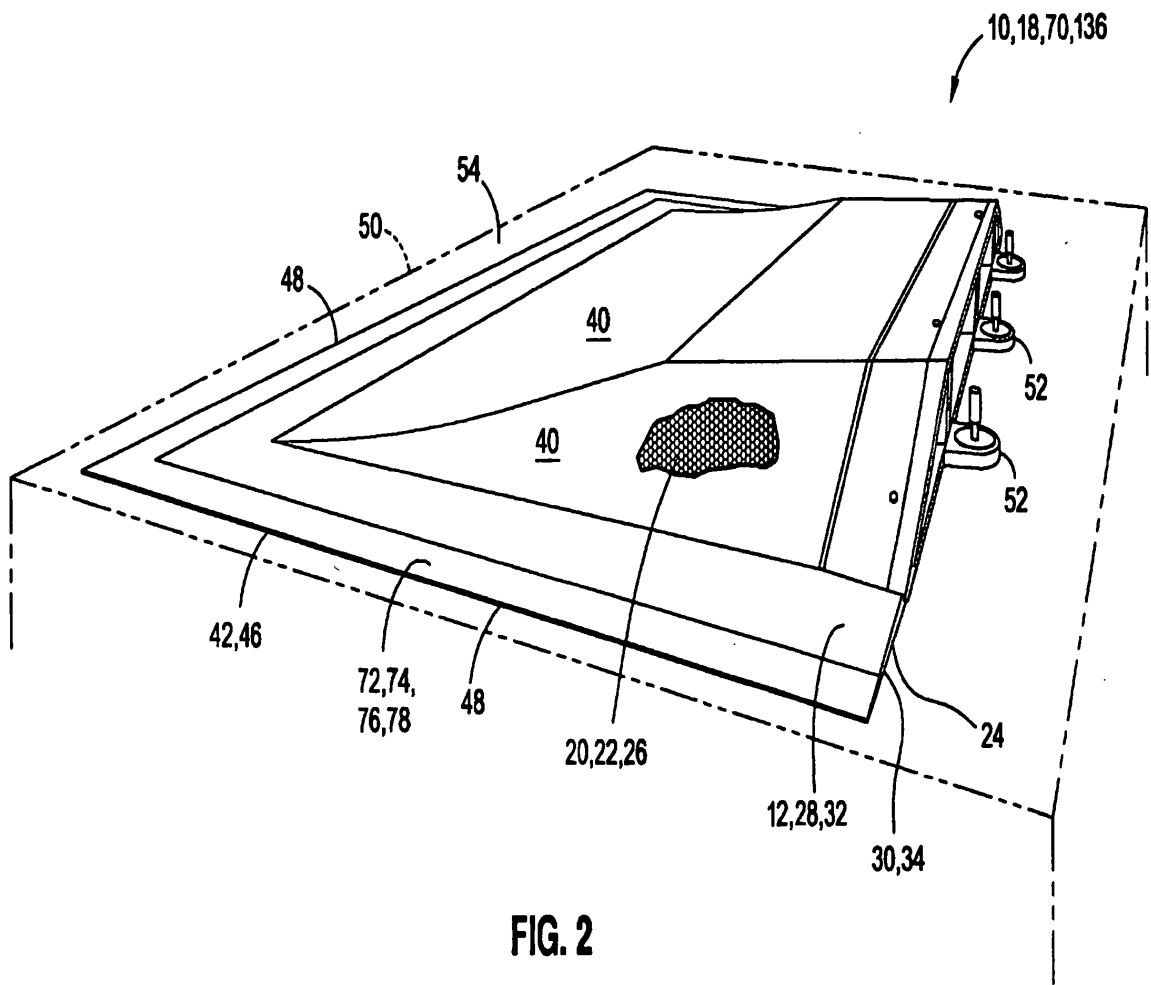


FIG. 2

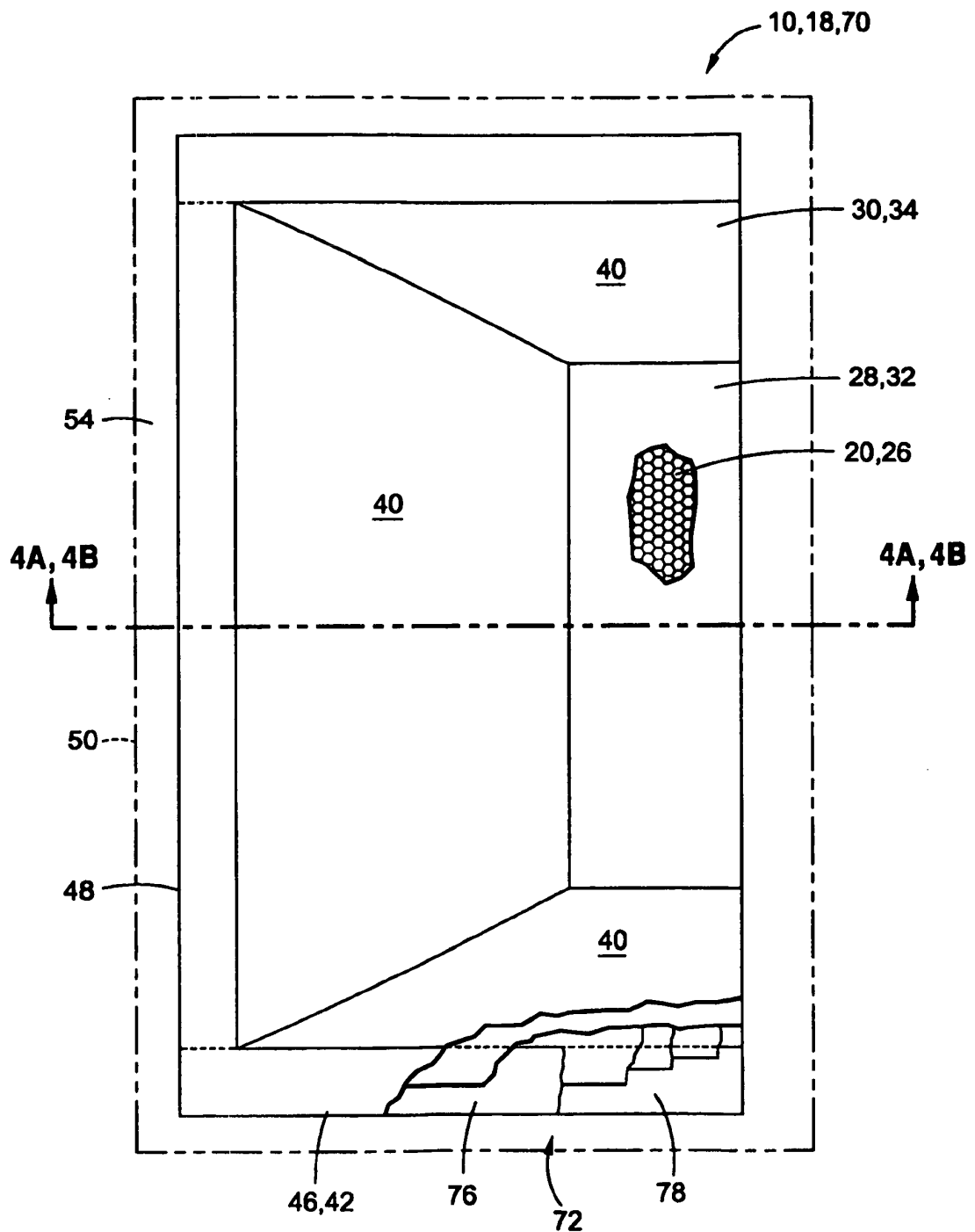


FIG. 3

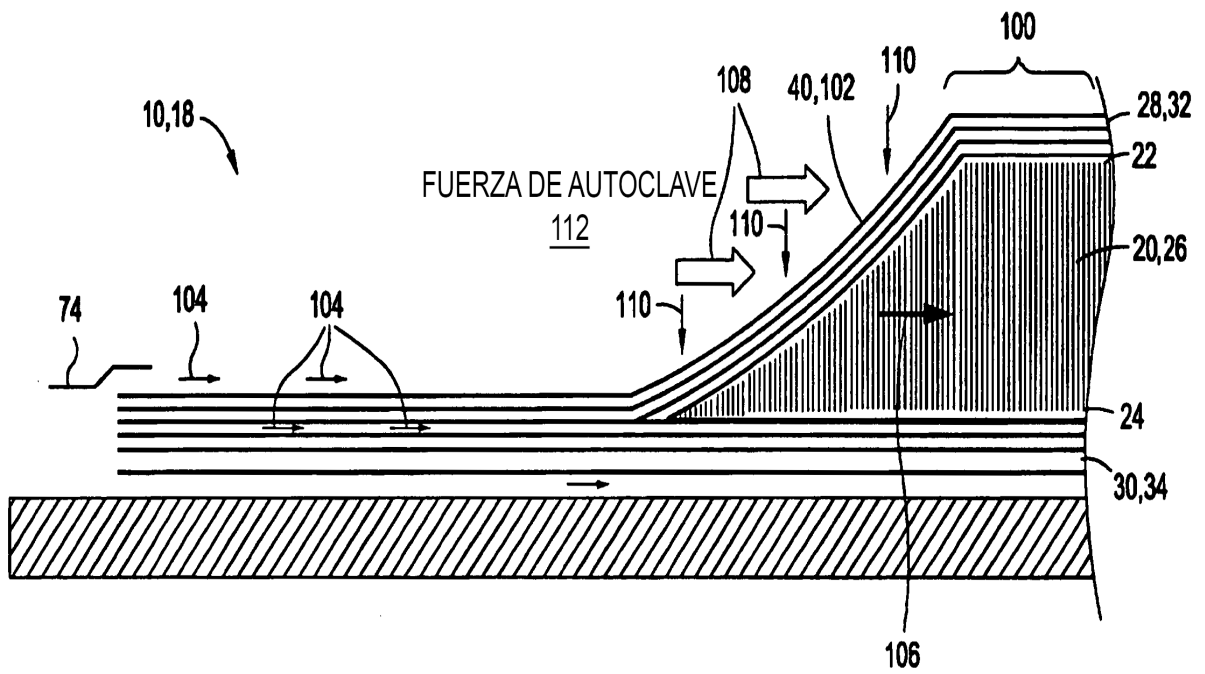


FIG. 4A



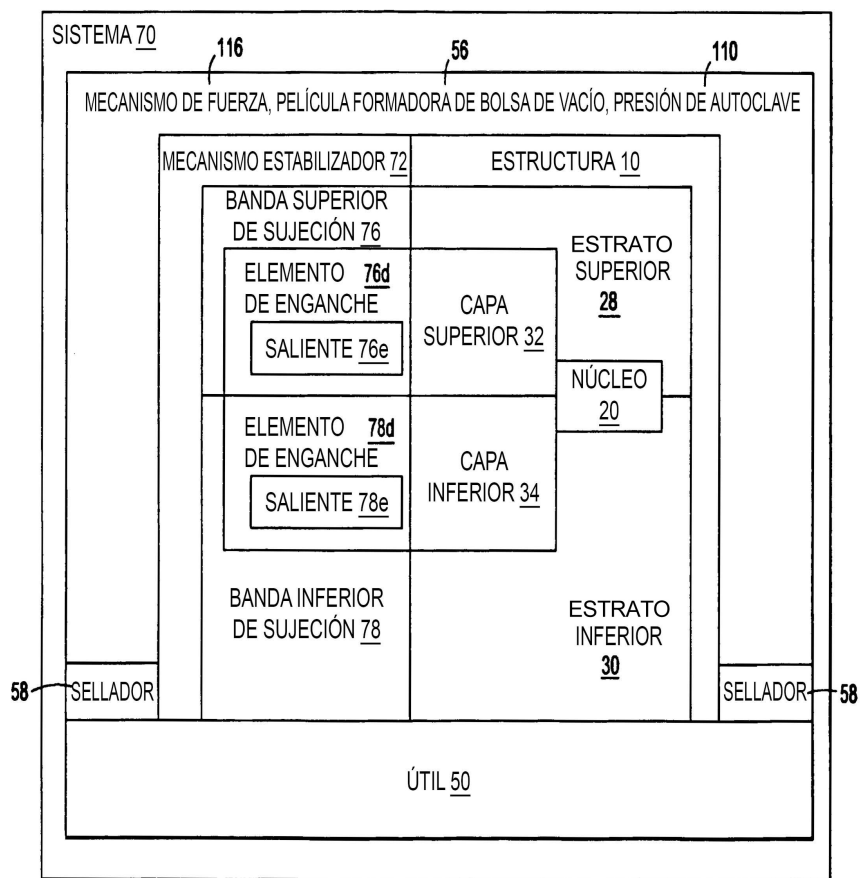


FIG. 6

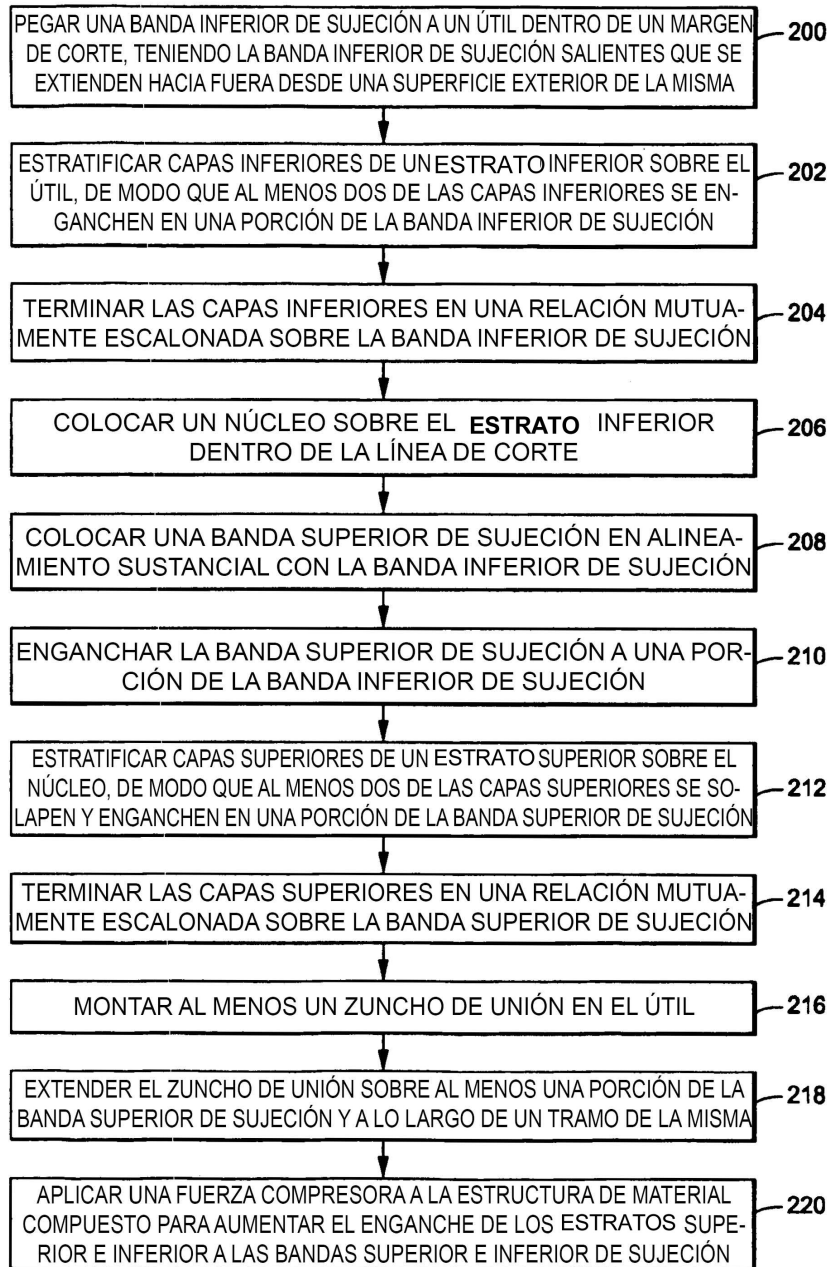


FIG. 7

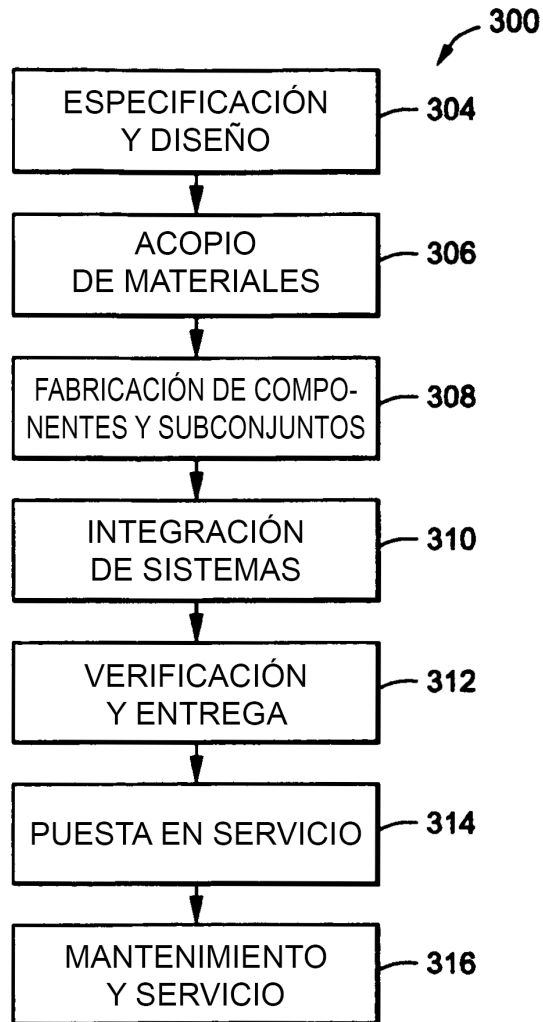


FIG. 8

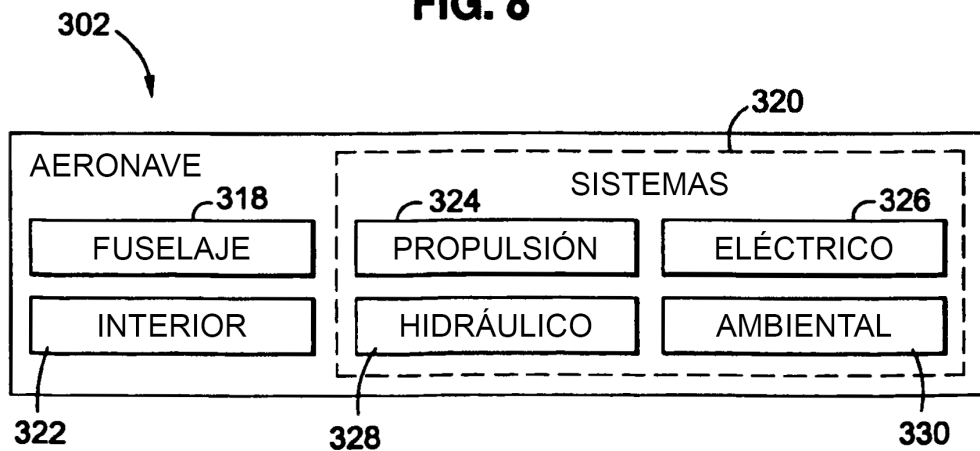


FIG. 9