

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 771 103**

51 Int. Cl.:

<b>B29D 99/00</b>	(2010.01) <b>B22F 3/105</b>	(2006.01)
<b>B29C 70/44</b>		(2006.01)
<b>B29C 70/02</b>		(2006.01)
<b>B21D 47/00</b>		(2006.01)
<b>B29D 24/00</b>		(2006.01)
<b>B32B 3/12</b>		(2006.01)
<b>B29L 31/60</b>		(2006.01)
<b>B29C 70/08</b>		(2006.01)
<b>B33Y 80/00</b>		(2015.01)
<b>B33Y 10/00</b>		(2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2017 E 17206550 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3372395**

54 Título: **Subestructuras eficientes**

30 Prioridad:

**16.02.2017 US 201715434565**

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

**06.07.2020**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**PHAM, DOAN DINH y  
HARLOW, WILLIAM BRENT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 771 103 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**

Subestructuras eficientes

**Información de antecedentes**

**1. Campo:**

5 La presente divulgación se refiere a subestructuras eficientes. De manera más particular, la presente divulgación se refiere a partes que tienen estructuras similares a un panel que incluyen diferentes tipos de aberturas conformadas dentro de la estructura. Aún más particularmente, la presente divulgación se refiere a subestructuras eficientes para estructuras de control de vuelo de aeronaves.

**2. Antecedentes:**

10 Las piezas de construcción con una estructura interna similar a un panel se conocen desde hace décadas tanto para edificios como para vehículos como aviones. Las estructuras similares a un panel hacen que los componentes sean más livianos y pueden transmitir una mayor resistencia, en algunos casos. Debido a limitaciones de fabricación, las estructuras similares a un panel para cualquier parte son de naturaleza uniforme. Por tanto, por ejemplo, todos los paneles dentro de una parte dada tienen la misma forma y tamaño. La única forma de variar las estructuras de panel era unir partes individuales, cada una hecha con una estructura de panel diferente.

15 El documento EP0722825, de acuerdo con su resumen, divulga: un proceso para hacer un producto en capas que tiene un núcleo de panel que tiene celdas vacías, comprendiendo el proceso las etapas de: (a) colocar una primera capa de una película adhesiva no curada en el lado superior de un núcleo central de panel que tiene celdas vacías, y colocar una segunda capa de una película adhesiva no curada en el lado inferior del núcleo central de panel; (b) 20 colocar una primera capa de un material preimpregnado sin curar sobre la primera capa de película adhesiva no curada, y colocar una segunda capa de un material preimpregnado sin curar debajo de la segunda capa de película adhesiva sin curar; (c) colocar una primera capa de una preforma de fibra seca por encima de la primera capa de material preimpregnado sin curar, y colocar una segunda capa de una preforma de fibra seca por debajo de la segunda capa de material preimpregnado sin curar; (d) colocar la carga realizada por las etapas (a)-(c) dentro de un 25 molde y cerrar el molde; (e) calentar el molde a la temperatura de curado de la película adhesiva y el material preimpregnado, y mantener el molde a esta temperatura durante el tiempo suficiente para curar la película adhesiva y el material preimpregnado; (f) reducir la temperatura del molde a la temperatura de inyección de un sistema de resina de moldeo por transferencia de resina (RTM) seleccionado, e inyectar el sistema de resina de moldeo por transferencia de resina (RTM) seleccionado en el molde; (g) mantener la temperatura del molde a la temperatura de curado para el sistema de resina de moldeo por transferencia de resina (RTM) durante el tiempo suficiente para 30 curar el sistema de resina; y, (h) retirar el producto del molde después de completar el curado.

35 El documento WO2015/130377, de acuerdo con su resumen, divulga: un panel estructural para usar con un motor de turbina de gas incluye una primera pared exterior, una segunda pared exterior y paredes interiores. La primera pared exterior incluye una primera superficie exterior y una primera superficie interior paralela a la primera superficie exterior. La segunda pared exterior incluye una segunda superficie exterior y una segunda superficie interior paralela a la segunda superficie exterior. Las paredes interiores se extienden desde la primera superficie interior hasta la segunda superficie interior. Las paredes interiores están dispuestas para formar un patrón de celdas hexagonales. El patrón de las celdas hexagonales incluye grupos de celdas que tienen una variación en la resistencia estructural de tal manera que al menos uno de los grupos de celdas tiene una resistencia estructural que no es la misma que los 40 grupos de celdas restantes.

**Sumario**

45 La presente divulgación proporciona un componente que incluye una parte que comprende una estructura similar a un panel formada por al menos un material compuesto de fibra infundido con resina sin costuras de acuerdo con la reivindicación 1. La estructura similar a un panel incluye una primera pluralidad de celdas similares a un panel, y una segunda pluralidad de celdas similares a un panel, diferente de la primera pluralidad de celdas similares a un panel.

Otra realización de la presente divulgación también proporciona un método para fabricar una pieza. El método incluye el uso de fabricación aditiva para formar sin problemas, una primera estructura similar a un panel junto con una segunda estructura similar a un panel. La primera estructura similar a un panel y la segunda estructura similar a un panel son diferentes.

50 Las características y funciones pueden lograrse independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en otras realizaciones más en las que pueden verse detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

**Breve descripción de los dibujos**

Las características novedosas que se creen características de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones ilustrativas, sin embargo, así como un modo de uso preferido, objetivos adicionales y características de los mismos, se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea junto con los dibujos adjuntos, en donde:

- la **Figura 1** es una ilustración de una estructura variable similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 2** es una ilustración de otra estructura similar a un panel variable representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 3** es una ilustración de otra estructura similar a un panel variable representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 4** es una ilustración de espesor de pared variable para paredes de una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 5** es una ilustración de diferentes espesores de pared y materiales de pared para paredes de una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 6** es una ilustración de agujeros de aligeramiento para una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 7** es una ilustración de un panel de ala de avión formado usando una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa;
- la **Figura 8** es un diagrama de bloques de un componente representado de acuerdo con una realización ilustrativa; y
- la **Figura 9** es un diagrama de flujo de un método de fabricación de un componente representado de acuerdo con una realización ilustrativa.

**Descripción detallada**

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que las nuevas subestructuras eficientes para la construcción y para vehículos, así como estructuras de control de vuelo, se pueden hacer mediante fabricación aditiva (AM). La fabricación aditiva puede crear eficientemente una estructura con diseños complejos que se adaptan a una aplicación de ingeniería específica. Por ejemplo, en el caso específico de partes de aeronaves, se pueden construir nervios y largueros para cumplir con condiciones específicas de carga y tensión para reemplazar nervios o largueros convencionales con un diseño de núcleo de panel de profundidad completa.

Como se usa en el presente documento, el término "estructura" se refiere a un objeto global que puede ser unitario o estar hecho de partes. El término "subestructura" se refiere a una parte que está incluida o destinada para su uso en una estructura más grande. A menos que se indique lo contrario, una subestructura está destinada a ser un componente unitario que no está, en sí mismo, hecho de más subpartes. El término "unitario" o "construcción unitaria" significa que el objeto se crea como una sola cosa contigua y no se ensambla a partir de partes o subpartes.

Las realizaciones ilustrativas se refieren, en algunos casos, a partes de aeronaves, subestructuras de aeronaves, una aeronave como estructura, o partes usadas como parte de la operación de una aeronave. Sin embargo, tales ejemplos son solo ilustrativos y no limitan necesariamente las invenciones reivindicadas. Las realizaciones ilustrativas contemplan específicamente estructuras y subestructuras utilizadas en otros tipos de vehículos, incluidos, entre otros, helicópteros, automóviles, botes, barcos, submarinos, tanques. Las realizaciones ilustrativas también contemplan específicamente otros tipos de estructuras y subestructuras, como las utilizadas en edificios u otros objetos. Por tanto, la referencia a una "aeronave" o parte de una aeronave solo pretende ser un ejemplo específico de las realizaciones ilustrativas sin limitar necesariamente las invenciones reivindicadas.

Las realizaciones ilustrativas también proporcionan un diseño mucho más eficiente que puede ahorrar peso, y se puede adaptar para cumplir requisitos de ingeniería específicos además de los requisitos de carga o tensión. Por ejemplo, las subestructuras se pueden hacer con epoxi de alta temperatura o con una aleación de aluminio, o una combinación de ambos materiales. Una banda de aluminio e interfaces de plástico de alta temperatura, como pies, permiten que la subestructura se una a un revestimiento de fibra de carbono sin problemas de corrosión galvánica.

Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que los diseños actuales de subestructura, que en el ejemplo específico de partes de vehículos podrían incluir largueros, nervios, tirantes y otros refuerzos de revestimiento, tienen limitaciones de diseño y son indeseablemente pesados. Las técnicas de fabricación aditiva de las realizaciones ilustrativas permiten un diseño personalizado y una transferencia de carga más eficiente mientras está en uso. Las realizaciones ilustrativas reconocen y tienen en cuenta que, utilizando las técnicas descritas en este documento, las subestructuras pueden diseñarse para distribuir la carga (como una hoja o banda) y las áreas altamente cargadas pueden reforzarse aumentando el espesor de la banda.

5 También se pueden proporcionar agujeros de aligeramiento en las subestructuras para ahorrar peso. Por ejemplo, cuando aumenta el espesor de la banda, el peso de la subestructura también se incrementa. Se pueden colocar agujeros de aligeramiento en las subestructuras sin comprometer la rigidez de la subestructura. Además, con agujeros de aligeramiento, cuando la subestructura está unida al revestimiento, generalmente en un autoclave u horno, el aire dentro de la subestructura no está atrapado dentro de una celda, pero puede moverse dentro de la subestructura. La capacidad de movimiento del aire ayuda a estabilizar toda la subestructura. Adicionalmente, este tipo de estructura permite la introducción de presión adicional en la subestructura para ayudar a evitar que se colapse durante el curado.

10 Por tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan una estructura similar a un panal que tiene celdas de diferentes tamaños, paredes de diferentes tamaños y celdas de diferentes formas. Las porciones de la pared de celda pueden ser más gruesas que otras, donde el espesor proporcionaría un aumento deseado de resistencia. El espesor aumentado puede corresponder a los diferentes tamaños de celda. Se usa una combinación de materiales, por ejemplo, una combinación de epoxi y metal como el aluminio. Esta estructura se puede utilizar en estructuras no aeroespaciales, así como estructuras aeroespaciales.

15 En un ejemplo específico, se podría aplicar una estructura de celda ejemplar al ala de una aeronave. En este ejemplo, las paredes exteriores son la porción más gruesa, y las paredes exteriores se extienden longitudinalmente. Moviéndose hacia adentro desde ambas paredes, la estructura de celda más grande evoluciona hacia estructuras de celdas más pequeñas hacia el centro de la estructura de celda. Los espesores de pared también cambian de más grueso a más delgado moviéndose hacia adentro. La estructura de celda puede ser una imagen especular sobre una línea central que se extiende longitudinalmente.

20 Tener celdas personalizadas regionalmente permitirá una fuerza y peso personalizados. La estructura de celda variable también se puede aplicar a alerones, aletas y flaps.

25 El espesor de las paredes puede variar también de arriba a abajo, donde en un ejemplo, la parte superior e inferior del panal es más gruesa. Esta variación es particularmente útil cuando la parte superior e inferior están en contacto con una cubierta o superficie plana donde el espesor aumentado proporciona un área de contacto más grande para la fijación o unión.

Adicionalmente, el material de las paredes de celdas puede variar. En un ejemplo, la parte engrosada está hecha de epoxi a alta temperatura, mientras que la banda es metal. Para aligerar la estructura, unos agujeros de diferentes tamaños pueden estar ubicados dentro de la banda.

30 Por tanto, las realizaciones ilustrativas proporcionan una estructura similar a un panal que tiene diferentes tipos de celdas. El tipo de celda diferente puede incluir celdas de diferentes tamaños. Los diferentes tipos de celdas pueden incluir paredes de diferentes tamaños. Los diferentes tipos de celdas pueden incluir celdas con diferentes formas. Las paredes de diferentes tamaños pueden variar en espesor desde una pared lateral hacia una pared lateral opuesta. Una porción de pared de celda externa puede tener la misma altura que una porción de pared de celda interna, pero puede ser más gruesa en la porción de pared de celda externa. Las paredes de diferentes tamaños pueden variar, habiendo aumentado el espesor en una o ambas, de las porciones superior o inferior. La estructura puede incluir agujeros de aligeramiento. Las celdas y las paredes de celdas pueden estar formadas por diferentes materiales.

40 Las realizaciones ilustrativas también reconocen y tienen en cuenta que los objetos estructurados actuales similares a un panal no pueden variarse. Si bien se pueden unir entre sí diferentes partes con diferentes formas similares a un panal, no es posible crear un objeto monolítico que tenga una estructura similar a un panal con celdas variables. Las realizaciones ilustrativas también reconocen y tienen en cuenta que el uso de una construcción monolítica limita la absorción de humedad, lo cual es una seria preocupación para las estructuras de panal.

45 Las realizaciones ilustrativas también reconocen y tienen en cuenta que, cuando se usa impresión 3D o fabricación aditiva, el espesor de la pared se puede cambiar según se desee. El pie puede ser ligeramente más grueso o abocinado y las paredes pueden ser más gruesas para soportar más carga. Un pie más ancho proporciona más superficie de unión a la que se puede unir el panel de revestimiento. A medida que cambia el paso de la celda y/o la densidad, se puede cambiar el espesor de la pared de celda. En un ejemplo específico, la pared de celda puede tener un espesor de 0,020 pulgadas a 0,050 pulgadas (0,508 - 1,27 mm), a medida que crece el paso, a 1 pulgada (25,4 mm) de distancia o más, y el pie se ensancha a 0,100 pulgadas (2,54 mm) de ancho. El patrón de celda puede cambiar de hexagonal a cualquier otra forma deseada.

55 La **Figura 1** es una ilustración de una estructura similar a un panal variable representada de acuerdo con una realización ilustrativa. La estructura similar a un panal **100** es un ejemplo de una estructura similar a un panal que puede usarse al formar un componente o subestructura. La estructura similar a un panal **100** es una pluralidad de celdas que tienen una mezcla de tres pasos de celdas diferentes. El paso de una celda se define por el ancho (W), a

través de una celda. La estructura similar a un panel **100** tiene tres grupos de celdas con tres pasos diferentes: primera pluralidad de celdas **102**, segunda pluralidad de celdas **104**, y tercera pluralidad de celdas **106**. En esta realización ilustrativa particular, cada grupo de celdas es adyacente al otro a lo largo del eje longitudinal **114** de la estructura similar a un panel **100**.

- 5 El primer paso de la primera pluralidad de celdas **102** es ancho W **108**. El segundo paso de la segunda pluralidad de celdas **104** es ancho W2 **110**. El segundo paso es más pequeño que el primer paso. El tercer paso de la tercera pluralidad de celdas **106** es ancho W3 **112**. El tercer paso es más pequeño que el segundo paso. El espesor de las paredes de cada tipo de celda puede variar. Por ejemplo, las paredes de la primera pluralidad de celdas **102** pueden ser más gruesas que las paredes de la segunda pluralidad de celdas **104**, que a su vez pueden ser más gruesas que las paredes de una tercera pluralidad de celdas **106**. Sin embargo, este patrón puede ser variado. Por ejemplo, las celdas más pequeñas pueden tener las paredes más gruesas y son posibles muchas otras variaciones.

Debido a que los pasos varían entre los grupos de celdas, unos espacios intersticiales, como el espacio intersticial **116** y espacio intersticial **118**, se forman entre diferentes grupos de tipo de celda. Los espacios intersticiales pueden llenarse con un material, si se desea.

- 15 La estructura similar a un panel **100** puede fabricarse utilizando técnicas de fabricación aditiva, tales como, pero sin limitación, impresión 3D. Las técnicas de fabricación aditiva permiten la creación de estructuras únicas sin un mecanizado extenso. Los materiales utilizados en la fabricación aditiva pueden proporcionar estructuras de alta temperatura, y alta resistencia. Los ejemplos de tales materiales incluyen epoxi, aluminio, y lo más importante, combinaciones de los mismos dentro de una sola estructura similar a un panel.

- 20 La **Figura 2** es una ilustración de otra estructura similar a un panel variable representada de acuerdo con una realización ilustrativa. La estructura similar a un panel **200** puede ser una variación de la estructura similar a un panel **100** de la **Figura 1**. La estructura similar a un panel **200** puede ser un núcleo variable, que incluye múltiples conjuntos contiguos del mismo tipo de estructura similar a un panel. Por tanto, por ejemplo, la celda **202** puede ser de un primer tamaño; la celda **204**, la celda **206** y la celda **208** pueden ser de un segundo tamaño; y la celda **210** puede ser de un tercer tamaño.

- La estructura similar a un panel **200** puede ser adecuada para pequeñas superficies de control de vuelo, como alerones, aletas y flaps. La estructura similar a un panel **200** puede fabricarse utilizando técnicas de fabricación aditiva. La estructura similar a un panel **200** puede incluir un panel de revestimiento en una o ambas superficies dentro y fuera de la página de la **Figura 2**. El panel de revestimiento puede ser un laminado sólido y puede infundirse con resina y curarse en un horno. La estructura similar a un panel **200** puede ser una estructura monolítica creada usando técnicas de fabricación aditiva, o pueden ser partes unidas (como unir paneles de revestimiento a una estructura similar a un panel de construcción monolítica, como la estructura similar a un panel **200**).

- 35 La **Figura 3** es una ilustración de otra estructura variable similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa. La estructura similar a un panel **300** puede ser una vista lateral de una estructura similar a un panel **200** de la **Figura 2**, con paneles de revestimiento unidos. Por tanto, por ejemplo, la misma estructura de celda que se muestra en la **Figura 2** está presente en la **Figura 3**, pero en la **Figura 3** el panel de revestimiento **302** y el panel de revestimiento **304** son visibles.

- La **Figura 4** es una ilustración de espesores de pared variables para paredes de una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa. La pared **400** puede ser la pared de una celda de panel en una estructura similar a un panel, como la estructura similar a un panel **100** de la **Figura 1**, la estructura similar a un panel **200** de la **Figura 2**, o la estructura similar a un panel **300** de la **Figura 3**.

- 45 La pared **400** incluye tres secciones, incluyendo la primera sección **402**, segunda sección **404** y tercera sección **406**. La primera sección **402** y la tercera sección **406** pueden ensancharse hacia afuera desde la segunda sección **404** con el fin de proporcionar resistencia de unión adicional con respecto a los paneles de revestimiento que pueden unirse a los extremos de la primera sección **402** y la tercera sección **406**. La segunda sección **404** puede ser más delgada para reducir el peso de la estructura general, sin sacrificar la resistencia general de la estructura. En otras realizaciones ilustrativas, la segunda sección **404** puede tener diferentes formas, tales como, por ejemplo, una forma convexa o cóncava.

- 50 La **Figura 5** es una ilustración de espesor de pared y material de pared variables para paredes de una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa. La pared **500** puede ser la pared de una celda de panel en una estructura similar a un panel, como la estructura similar a un panel **100** de la **Figura 1**, la estructura similar a un panel **200** de la **Figura 2**, o la estructura similar a un panel **300** de la **Figura 3**. La pared **500** puede ser una variación de la pared **400** de la **Figura 4**.

La pared **500** incluye tres secciones, incluyendo la primera sección **502**, segunda sección **504** y tercera sección **506**.

5 La primera sección **502** y la tercera sección **506** pueden ensancharse hacia afuera desde la segunda sección **504** para proporcionar fuerza de unión adicional, con respecto a los paneles de revestimiento que pueden estar unidos a los extremos de la primera sección **502** y la tercera sección **506**. La segunda sección **504** puede ser más delgada para reducir el peso de la estructura general, sin sacrificar la resistencia general de la estructura. En otras realizaciones ilustrativas, la segunda sección **504** puede tener diferentes formas, tales como, por ejemplo, una forma convexa o cóncava.

10 Una diferencia entre la pared **400** y la pared **500** es que la segunda sección **504** de la pared **500** puede estar formada de un material diferente al de la primera sección **502** y la tercera sección **506**. Por ejemplo, la primera sección **502** y la tercera sección **506** se pueden formar a partir de epoxi o plástico de alta temperatura para unir más fácilmente la pared **500** a un panel de revestimiento compuesto, como un panel reforzado con fibra de carbono. Sin embargo, la segunda sección **504** puede estar formada por un metal, como, pero no limitada al aluminio, para fortalecer y/o aligerar la estructura general similar a un panel. En un ejemplo particular, el aluminio puede aumentar la rigidez de la pared **500**, aumentando así la resistencia general de un componente formado usando paneles que tienen paredes, como la pared **500**.

15 La **Figura 6** es una ilustración de agujeros de iluminación para una estructura similar a un panel, de acuerdo con una realización ilustrativa. El panel **600** puede ser, por ejemplo, una vista superior de un componente, como la estructura similar a un panel **300** de la **Figura 3**. Los agujeros de aligeramiento, como el agujero **602**, agujero **604**, y agujero **606**, pueden incluirse en el panel **600**.

20 Cada uno de estos agujeros puede extenderse, total o parcialmente, a través del componente. Por ejemplo, cada uno de estos agujeros puede extenderse solo a través de un panel de revestimiento, exponiendo la estructura similar a un panel debajo. En otro ejemplo, los agujeros pueden corresponder a espacios dentro de la estructura similar a un panel. En otro ejemplo más, los agujeros pueden eliminar efectivamente las paredes dentro de la estructura similar a un panel, extendiéndose así a través del componente en cuestión. Muchas otras variaciones son posibles.

25 La densidad de los agujeros, el tamaño de los agujeros y el patrón de los agujeros puede variar sobre la superficie del panel **600**. Por tanto, por ejemplo, primer grupo de agujeros **608** pueden ser tres agujeros de un primer tamaño dispuestos en una sola fila de tres agujeros. El segundo grupo de agujeros **610** puede ser de un segundo tamaño, más grande que el primer tamaño, y dispuestos en grupos de cuatro en dos filas de dos. El tercer grupo de agujeros **612** puede ser de un tercer tamaño, más grande que el segundo tamaño, y dispuestos en grupos de seis en dos filas de tres. Son posibles muchas otras variaciones del ejemplo que se muestra en la **Figura 6**.

30 La **Figura 7** es una ilustración de un panel de ala de aeronave formado usando una estructura similar a un panel representada de acuerdo con una realización ilustrativa. El ala **700** es un ejemplo de un componente que se puede construir usando una estructura similar a un panel, como la estructura similar a un panel **100** de la **Figura 1**, la estructura similar a un panel **200** de la **Figura 2**, o la estructura similar a un panel **300** de la **Figura 3**. Las paredes de la estructura similar a un panel que forman el ala **700** pueden variar según lo descrito con respecto a la **Figura 4** o la **Figura 5**. Los agujeros de aligeramiento, como los que se muestran en la **Figura 6**, opcionalmente se pueden proporcionar en el ala **700**.

35 Algunas o todas las alas **700** puede incluir una estructura similar a un panel, como la estructura similar a un panel **702**. En esta realización ilustrativa particular, la estructura similar a un panel **702** es el mismo patrón que la estructura similar a un panel **300** de la **Figura 3**, pero otras estructuras similares a un panel son posibles. Las paredes de cada estructura pueden variar, como se muestra en la **Figura 4** y la **Figura 5**.

La estructura de ala convencional o superficies de control (alerón, timón, elevador, flap, aleta, etc.) tienen largueros y nervios como subestructura. Los paneles de revestimiento se endurecen con tirantes o un núcleo de panel. Un núcleo de profundidad completa también se usa en algunas estructuras como el flap, aleta y alerón, si tiene ventaja de peso.

45 Por tanto, para grandes superficies de control de vuelo, como un timón, un elevador, o similar, o para un ala pequeña, las realizaciones ilustrativas contemplan reemplazar un panel de revestimiento rígido con núcleo de panel por un panel de revestimiento laminado. Igualmente, los nervios rígidos con núcleo de panel pueden reemplazarse por un nervio variable y una subestructura creada mediante la fabricación aditiva. El panel de revestimiento, en algunos casos, puede estar infundido con resina, unido a la estructura similar a un panel, y luego curado en un

50 horno.

En superficies de control de vuelo más pequeñas, como aletas, flaps, alerones, y similares, se puede utilizar un núcleo de profundidad completa. Se pueden usar diferentes densidades de núcleo en la misma estructura monolítica, o tal vez diferentes estructuras empalmadas, como se desee para reforzar la pieza. Muchas otras variaciones son posibles.

La **Figura 8** es un diagrama de bloques de un componente representado de acuerdo con una realización ilustrativa. El componente **800** puede ser una variación de un subcomponente con una estructura similar a un panel, tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el ala **700** con estructura similar a un panel **702** puede ser un ejemplo específico del componente **800**.

- 5 El componente **800** puede ser la parte **802**. La parte **802** se distingue del componente **800**, ya que la parte **802** puede ser una subparte del componente **800**, pero en otras realizaciones ilustrativas puede ser la totalidad del componente **800**.

10 En cualquier caso, el componente **800** puede ser la parte **802** incluyendo la estructura similar a un panel **804** formada por al menos un material compuesto de fibra infundida con resina sin costuras. La estructura similar a un panel **804** incluye la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806**. La estructura similar a un panel **804** también incluye una segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**, diferente a la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806**. Opcionalmente, la estructura similar a un panel **804** puede incluir una tercera pluralidad de celdas similares a un panel **810**, diferente de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** y la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**.

15 La estructura similar a un panel **804** puede ser variada. Por ejemplo, en una realización ilustrativa, la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** puede estar entremezclada con una segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808** de modo que cualquier celda similar a un panel de la primera pluralidad sea adyacente a al menos una celda similar a un panel de la segunda pluralidad. En otro ejemplo, las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** puede ser más grande que las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**.

20 En otra realización ilustrativa más, las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** pueden tener diferentes espesores de pared en relación con las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**. En otra realización ilustrativa más, las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** pueden tener diferentes formas en relación con las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**.

25 En otra realización ilustrativa más, las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** pueden tener diferentes espesores de pared que las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**, y las paredes de diferentes tamaños pueden variar en espesor de una pared lateral a una pared lateral opuesta. En este caso, una porción de la pared de celda externa puede tener la misma altura que una porción de la pared de celda interna pero es más gruesa en la porción de la pared de celda externa.

30 En una realización ilustrativa diferente, las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** pueden tener paredes que tienen diferentes espesores variables en, una o ambas de, las partes superior o inferior de las paredes, en relación con las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808**. En otra realización ilustrativa diferente más, el agujero **812** puede disponerse en una estructura similar a un panel **804** donde las estructuras similares a un panel están ausentes.

35 En otra realización ilustrativa más, la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** puede estar hecha de un primer material y la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808** puede estar hecha de un segundo material, diferente al primer material. En otra variación, ambas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** y la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808** pueden estar hechas de un primer material a lo largo de una primera porción, y un segundo material a lo largo de una segunda porción. En este caso, el segundo material puede ser diferente al primer material. En otra variación más, las segundas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808** están dispuestas dentro de las primeras de la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806**.

40 Aún otras variaciones son posibles. Por ejemplo, el componente **800** también puede incluir la primera superficie **814** y la segunda superficie **816**, opuesta a la primera superficie **814**. En este caso, la estructura similar a un panel **804** se intercala entre la primera superficie **814** y la segunda superficie **816**.

45 En una variación adicional, la primera superficie **814** y la segunda superficie **816** pueden estar hechas de un primer material, en donde la estructura similar a un panel comprende al menos un segundo material diferente al primer material. En este caso, la primera superficie **814** y la segunda superficie **816** pueden formar una construcción unitaria con la estructura similar a un panel **804**. Como una variación adicional, la primera pluralidad de celdas similares a un panel **806** puede estar hecha del segundo material y la segunda pluralidad de celdas similares a un panel **808** puede estar hecha de un tercer material diferente al primer material y al segundo material.

50 En otra variación más, la parte puede ser una parte de aeronave. Aún más particularmente, la parte de aeronave puede ser un ala hecha como una pieza unitaria. La parte de aeronave también podría ser un fuselaje unitario, o un

panel de múltiples paneles y componentes que forman un fuselaje. La parte de aeronave también podría ser un larguero, un tirante, o cualquier otro componente utilizado en una aeronave.

5 Muchas otras variaciones son posibles, ya que la fabricación aditiva se puede utilizar para crear estructuras de celdas personalizadas o únicas similares a un panel de diferentes tipos de celdas, espesores de la pared de celda, diferentes materiales y otras variaciones. Por tanto, las realizaciones ilustrativas descritas anteriormente no limitan necesariamente las invenciones reivindicadas o los otros ejemplos descritos aquí.

La **Figura 9** es un diagrama de flujo de un método de fabricación de un componente representado de acuerdo con una realización ilustrativa. Un método **900** puede usarse para crear las diversas estructuras descritas con respecto a la **Figura 1** a la **Figura 8**. El método **900** puede caracterizarse como un método de fabricación de una pieza.

10 El método **900** puede caracterizarse en términos generales como usando fabricación aditiva para formar, sin problemas, una primera estructura similar a un panel junto con una segunda estructura similar a un panel, en donde la primera estructura similar a un panel y la segunda estructura similar a un panel son diferentes (operación **904**). Opcionalmente, antes de formar la primera estructura similar a un panel y la segunda estructura similar a un panel, formar un primer panel usando fabricación aditiva, y en donde la formación de la primera estructura similar a un panel y la segunda estructura similar a un panel se realiza sobre el primer panel (operación **902**). Opcionalmente, después de formar la primera estructura similar a un panel y la segunda estructura similar a un panel, formar un segundo panel usando fabricación aditiva sobre la primera estructura similar a un panel y la segunda estructura similar a un panel (operación **906**). El método **900** puede ser más variado. Por ejemplo, las primeras paredes de las primeras celdas de la primera estructura similar a un panel pueden tener espesores variables y pueden ser más delgadas cerca de los puntos centrales entre el primer panel y el segundo panel. En otro ejemplo, la primera estructura similar a un panel puede estar hecha de un primer material. La segunda estructura similar a un panel puede estar hecha de un segundo material. El primer material y el segundo material pueden ser diferentes. En otro ejemplo diferente, las primeras celdas de la primera estructura similar a un panel pueden tener una forma diferente, en relación con las segundas celdas de la segunda estructura similar a un panel. Las capas superior e inferior de la estructura de aeronave pueden colocarse por separado y luego unirse a la estructura similar a un panel en un autoclave u horno. Los revestimientos pueden estar previamente curados o no estar curados cuando se unen a la estructura similar a un panel.

Se pueden agregar más o menos operaciones. Por ejemplo, el método **900** puede ser parte de una operación de fabricación o mantenimiento de aeronaves donde se reemplazan o mantienen partes. Por tanto, las realizaciones ilustrativas descritas anteriormente no limitan necesariamente las invenciones reivindicadas u otros ejemplos proporcionados aquí.

La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la materia. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes características, en comparación con otras realizaciones ilustrativas. La realización o las realizaciones seleccionadas se eligen y describen para explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otros expertos en la materia entiendan la divulgación de varias realizaciones con diversas modificaciones, según sea adecuado para el uso particular contemplado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un componente que comprende:

5 una parte que comprende una estructura similar a un panel (100, 200, 300, 702), dicha parte formada de al menos un material compuesto de fibra infundida con resina sin costuras, en donde la estructura similar a un panel comprende:

una primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204); y  
una segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206) diferentes a la primera pluralidad de celdas similares a un panel; y

10 en donde la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) comprende un primer material, y en donde la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206) comprende un segundo material diferente al primer material.

2. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además:

una tercera pluralidad de celdas similares a un panel (106, 210), diferente de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) y la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206).

15 3. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) se entremezcla con la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206) de modo que cualquier celda similar a un panel dada de la primera pluralidad de celdas similares a un panel está adyacente a al menos una celda similar a un panel de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206).

20 4. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) son más grandes que las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206).

5. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) tienen espesores de pared diferentes con respecto a las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206).

25 6. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) tienen diferentes formas con respecto a las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206).

30 7. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) tienen espesores de pared diferentes que las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206), y en donde paredes de diferentes tamaños varían en espesor desde una pared lateral a una pared lateral opuesta, y en donde una porción de pared de celda externa tiene la misma altura que una porción de pared de celda interna pero es más gruesa en la porción de pared de celda externa.

35 8. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primeras celdas de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) tienen paredes que tienen diferentes espesores variables, en una o ambas de, una porción superior o inferior de las paredes, en relación con las segundas celdas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206).

9. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además:  
un agujero (602) dispuesto en la estructura similar a un panel donde los paneles están ausentes.

40 10. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde tanto la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204) como la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206) comprenden un primer material a lo largo de una primera porción y un segundo material a lo largo de una segunda porción, y en donde el segundo material es diferente al primer material.

45 11. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las segundas de la segunda pluralidad de celdas similares a un panel (104, 206) están dispuestas dentro de las primeras de la primera pluralidad de celdas similares a un panel (102, 204).

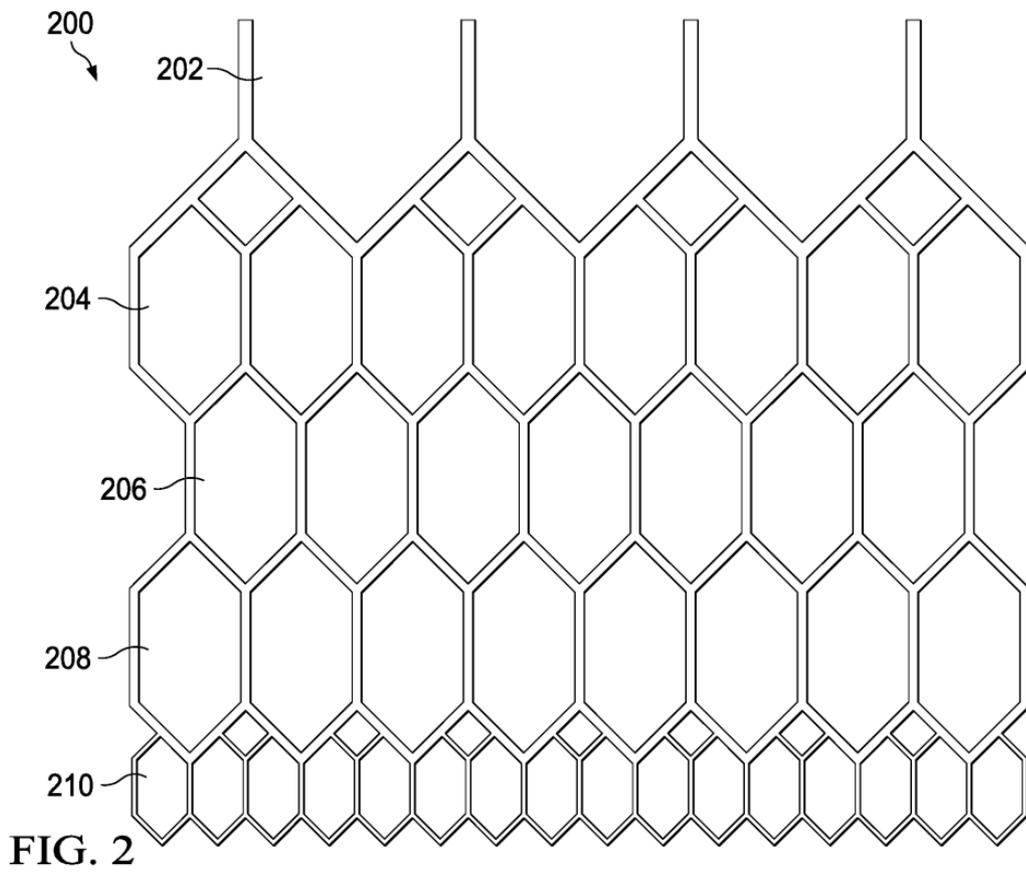
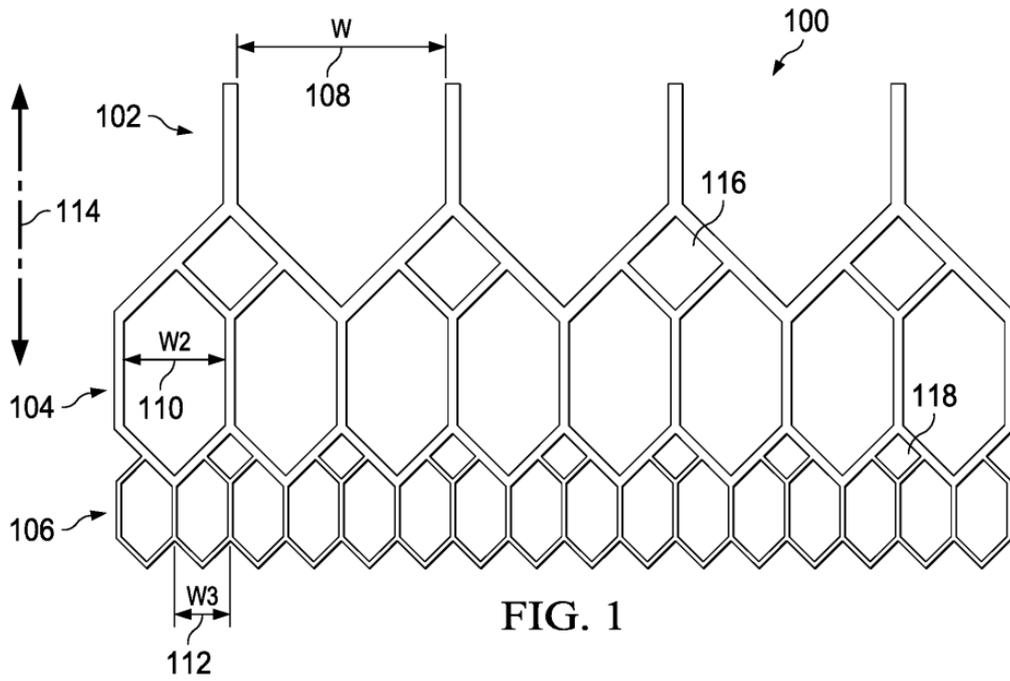
12. El componente en cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además:

una primera superficie (814); y

una segunda superficie (816) opuesta a la primera superficie (814), en donde la estructura similar a un panal se intercala entre la primera superficie (814) y la segunda superficie (816).

5 13. El componente de la reivindicación 12, en donde la primera superficie (814) y la segunda superficie (816) comprenden un primer material, en donde la estructura similar a un panal comprende al menos un segundo material diferente al primer material, y en donde la primera superficie (814) y la segunda superficie (816) forman una construcción unitaria con la estructura similar a un panal.

10 14. El componente de la reivindicación 13, en donde la primera pluralidad de celdas similares a un panal (102, 204) comprende el segundo material, y en donde la segunda pluralidad de celdas similares a un panal (104, 206) comprende un tercer material diferente al primer material y al segundo material.



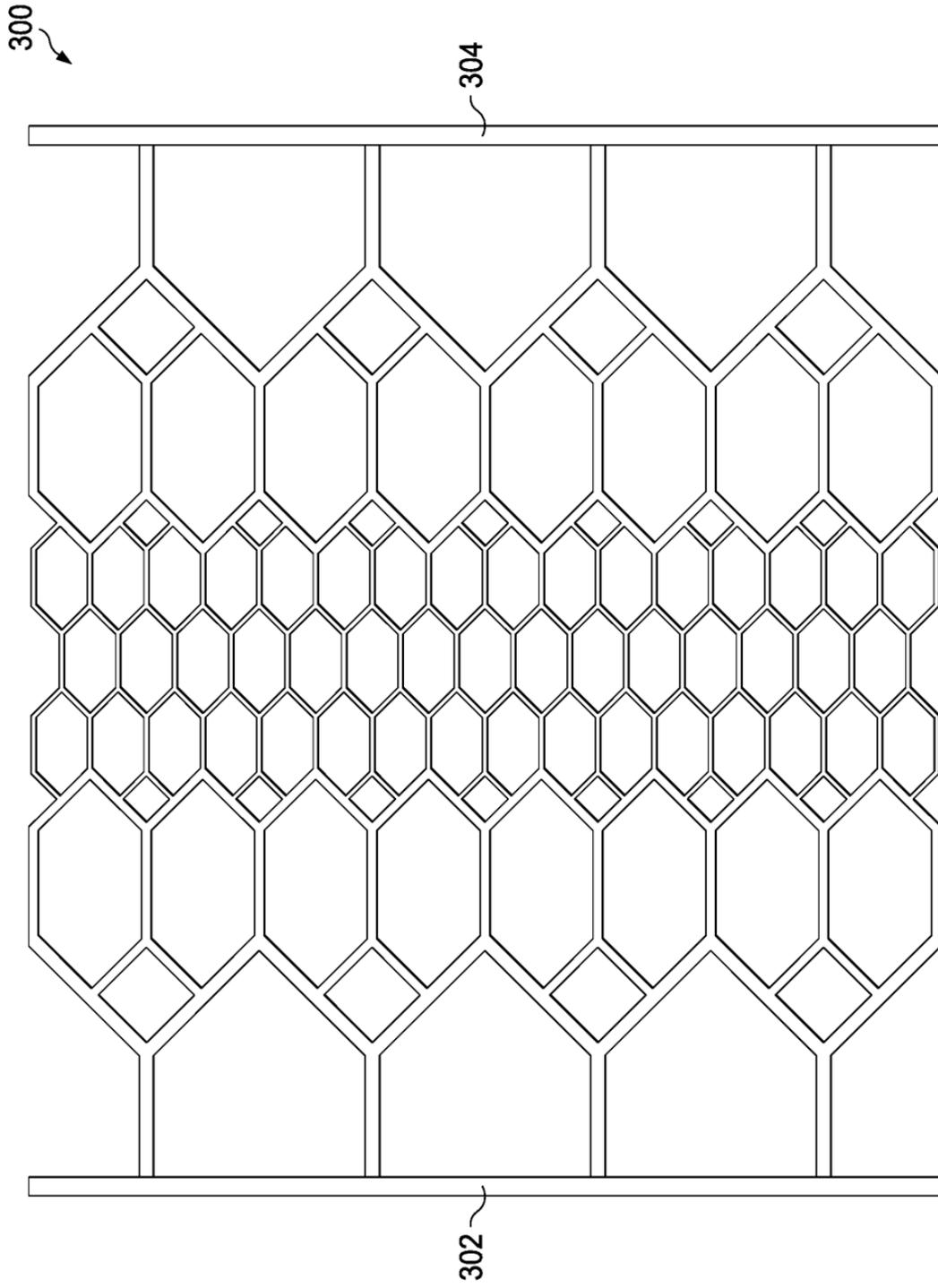


FIG. 3

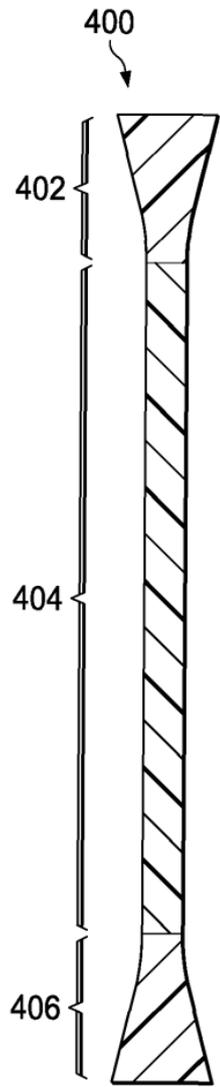


FIG. 4

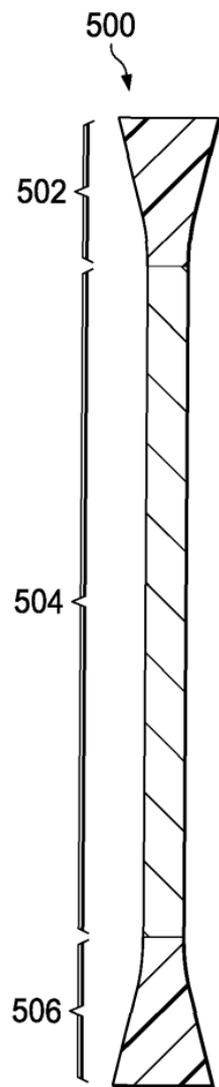


FIG. 5

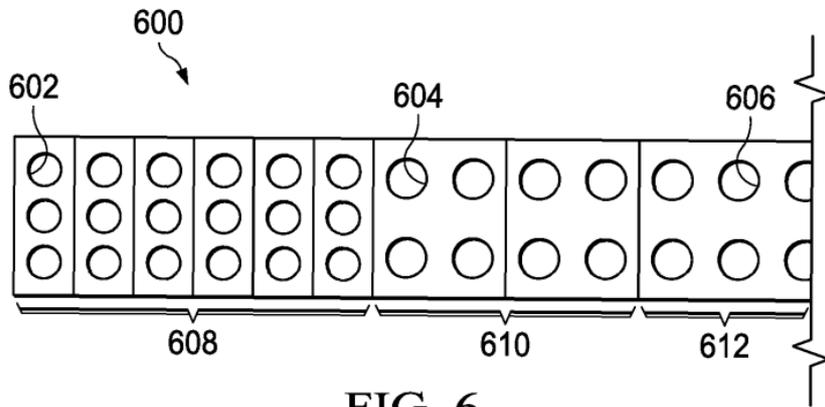
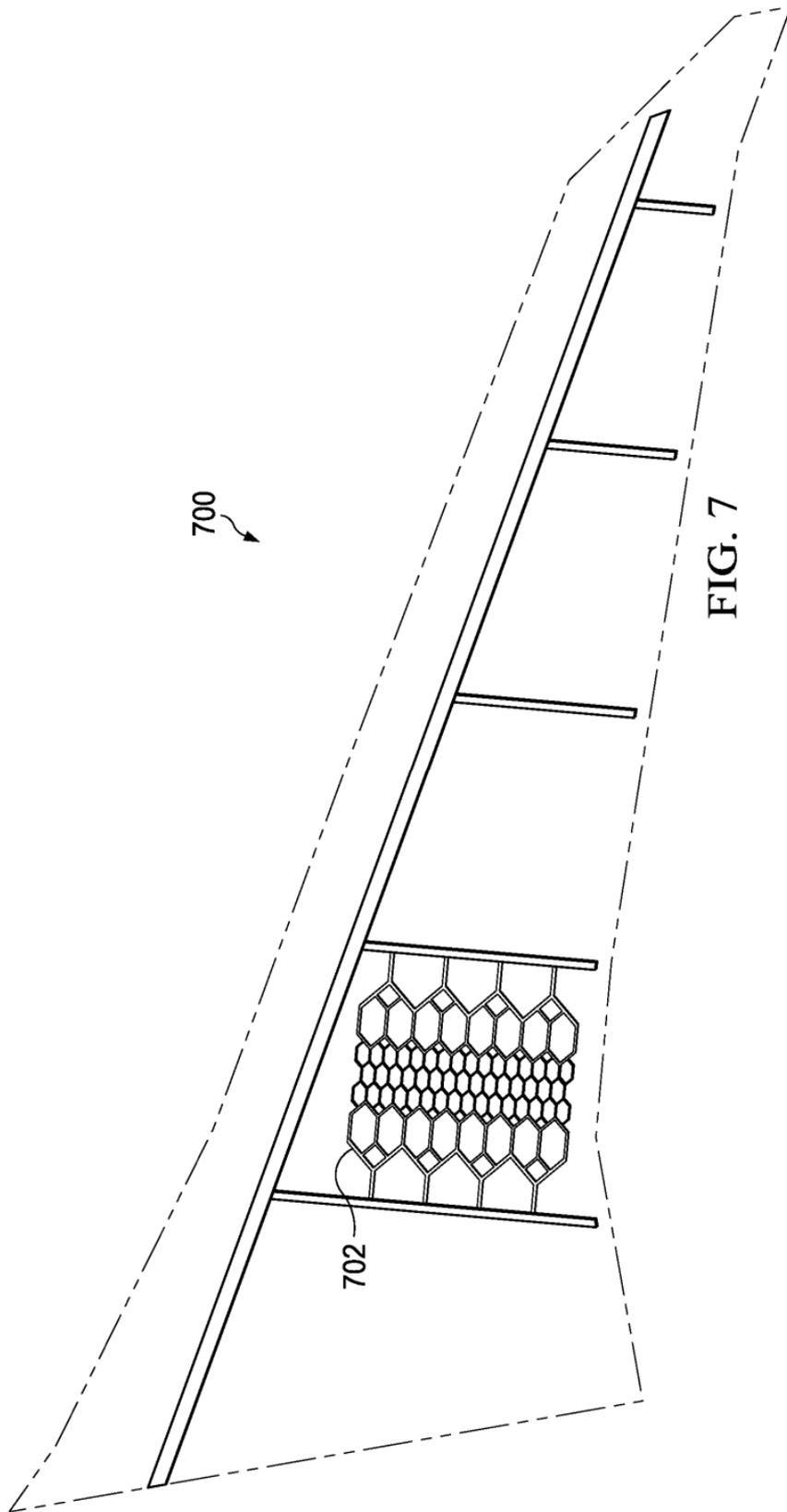


FIG. 6



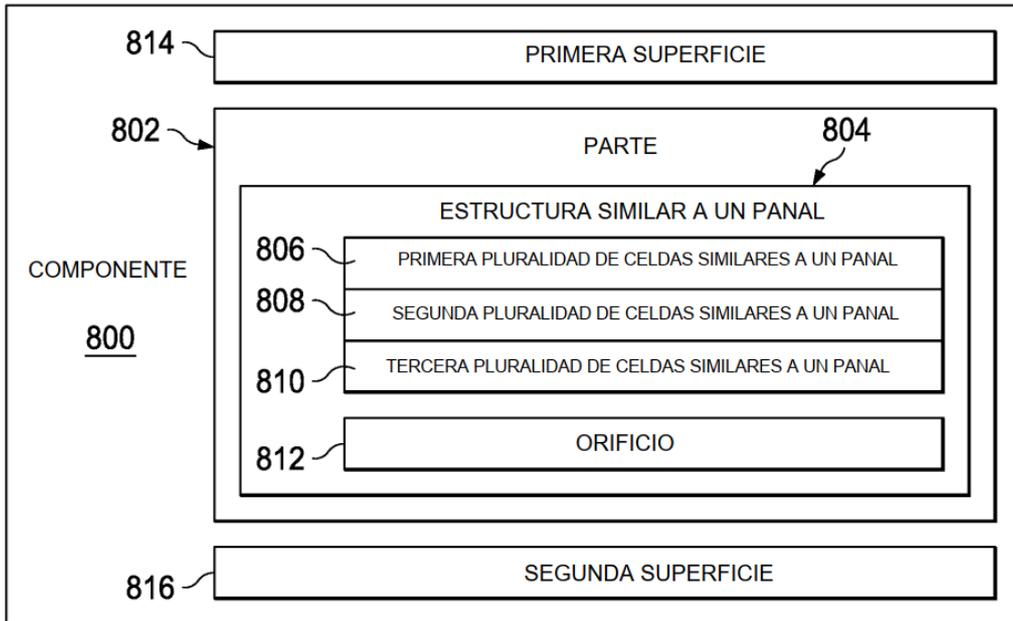


FIG. 8

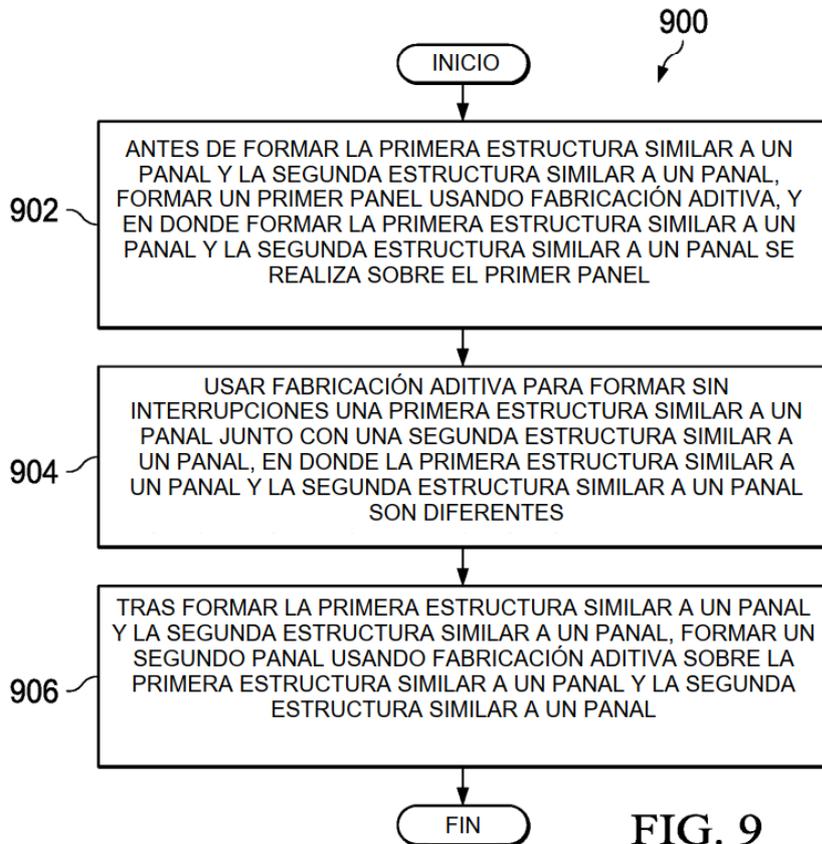


FIG. 9