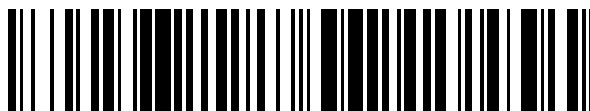


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 933**

51 Int. Cl.:

B32B 5/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2013** **E 13170925 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019** **EP 2674293**

54 Título: **Películas estiradas debilitadas selectivamente**

30 Prioridad:

14.06.2012 US 201213523141

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

12.02.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WILENSKI, MARK S. y
KOZAR, MICHAEL P.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 741 933 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

Películas estiradas debilitadas selectivamente

Campo

5 La presente divulgación se refiere en general a materiales compuestos y, más en particular, a artículos de material compuesto compuestos por unas películas que proporcionan un desempeño balístico y un desempeño óptico mejorados.

Antecedentes

10 Habitualmente, las estructuras de material compuesto convencionales están compuestas por fibras de refuerzo embebidas en una matriz. Habitualmente, las estructuras de material compuesto reforzado con fibra están diseñadas para transmitir cargas a lo largo de la longitud de las fibras. Las cargas procedentes de una fibra se pueden transferir a otra fibra en la misma capa o a fibras en una capa adyacente al pasar a través del material de matriz. No obstante, habitualmente la matriz es más débil que las fibras de tal modo que cuando se transmite una carga suficientemente alta de una fibra a otra fibra a través de la matriz, la matriz fallará. El fallo de la matriz permite que las fibras se muevan dentro de la estructura de material compuesto.

15 Durante un suceso balístico en donde un panel de material compuesto sufre un impacto por parte de un proyectil, la capacidad de las fibras para moverse dentro de la matriz puede afectar al desempeño balístico del panel de material compuesto. Por ejemplo, la capacidad de las fibras en la matriz para moverse puede afectar a la resistencia del panel de material compuesto a la penetración por el proyectil. Para los paneles de material compuesto transparentes, el movimiento de las fibras en relación con la matriz también puede afectar al desempeño óptico del panel de material compuesto. Por ejemplo, el movimiento de las fibras en relación con la matriz durante un suceso balístico puede afectar al tamaño de un área ópticamente deteriorada del panel de material compuesto como resultado de un impacto por el proyectil.

20 Como se puede ver, en la técnica existe la necesidad de una estructura de material compuesto en donde el movimiento de las fibras dentro de la matriz se puede controlar de una forma tal que se puede mejorar el desempeño balístico de la estructura de material compuesto.

Breve resumen

Las necesidades anteriormente descritas asociadas con los artículos de material compuesto son abordadas y mitigadas específicamente por la presente divulgación.

30 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un artículo de material compuesto y un método de formación de un artículo de material compuesto según las reivindicaciones adjuntas.

El artículo de material compuesto tiene una pluralidad de películas. Las películas están dispuestas en una formación apilada. Al menos una de las películas tiene una porción no debilitada y una porción debilitada. La porción debilitada tiene al menos una propiedad que puede ser menor que la propiedad de la porción no debilitada.

35 En una realización adicional, se divulga un método de formación de un artículo de material compuesto que incluye proporcionar una pluralidad de películas estiradas en donde cada una de las películas estiradas tiene una porción no debilitada y una porción debilitada. La porción debilitada de al menos una de las películas estiradas se puede formar en la forma de una línea, un rectángulo y/o la forma de una trayectoria tortuosa. La porción debilitada también tiene al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada. El método de formación del artículo de material compuesto incluye disponer una pluralidad de las películas estiradas en una formación apilada.

40 También se divulga un método de uso de un artículo de material compuesto. El método puede incluir proporcionar un artículo de material compuesto que tiene una pluralidad de películas. Cada una de las películas puede tener una porción no debilitada y una porción debilitada. La porción debilitada puede tener al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada. El método de uso puede incluir colocar el artículo de material compuesto en una condición no cargada. El método puede incluir adicionalmente colocar el artículo de material compuesto en una condición cargada.

45 Las características, funciones y ventajas que se han analizado se pueden lograr independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o se pueden combinar en aún otras realizaciones, detalles adicionales de las cuales se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y los dibujos posteriores.

El documento DE 202011022787 divulga una película de empaquetado que tiene una pluralidad de zonas debilitadas que definen una tira de apertura.

Breve descripción de los dibujos

5 Estas y otras características de la presente divulgación se volverán más evidentes tras consultar los dibujos, en los que números semejantes se refieren a partes semejantes de principio a fin y en donde:

la figura 1 es una vista en perspectiva de un artículo de material compuesto en una realización que comprende una pluralidad de películas que tienen unas porciones debilitadas formadas en la película;

la figura 2 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del artículo de material compuesto de la figura 1;

10 la figura 3 es una vista lateral del artículo de material compuesto de la figura 1 y que ilustra las películas dispuestas en una formación apilada;

la figura 4 es una vista superior de una de las películas de la figura 3 que ilustra una disposición de porciones debilitadas y porciones no debilitadas en una película;

la figura 5 es una vista en sección transversal de una porción de una película que ilustra una realización de las porciones debilitadas formadas por una modificación química para reducir una resistencia en la porción debilitada;

15 la figura 6 es una vista en sección transversal de una porción de una película que ilustra una realización de las porciones debilitadas formadas por una modificación geométrica para reducir una resistencia en la porción debilitada;

la figura 7 es una vista superior de una porción de una película que ilustra unas porciones debilitadas formadas como segmentos debilitados en sentido longitudinal continuos;

20 la figura 8 es una vista superior de una porción de la película que ilustra unas porciones debilitadas formadas como una serie de indentaciones;

la figura 9 es una vista superior de una realización de una película que tiene unas porciones debilitadas dispuestas como una pluralidad de segmentos debilitados en sentido longitudinal interconectados por unos segmentos debilitados transversales;

25 la figura 10 es una vista superior de una realización de una película que tiene unas porciones debilitadas compuestas por una pluralidad de segmentos debilitados en sentido longitudinal y segmentos debilitados transversales dispuestos en una forma escalonada;

la figura 11 es una vista superior de una realización de una película que tiene unas porciones debilitadas en donde las formas escalonadas están orientadas en direcciones opuestas;

30 la figura 12 es una vista superior de una realización de una película que tiene unas porciones debilitadas dispuestas en una forma sinusoidal con separaciones sustancialmente uniformes entre las porciones debilitadas;

la figura 13 es una vista superior de una realización de una película que tiene unas porciones debilitadas dispuestas en una forma sinusoidal con diferentes separaciones de anchura entre las porciones debilitadas;

la figura 14 es una vista superior de una realización de una película que tiene unos segmentos debilitados transversales que interconectan las porciones debilitadas conformadas sinusoidalmente;

35 la figura 15 es una vista superior de una realización de una película que tiene unos segmentos debilitados transversales que interconectan pares adyacentes de porciones debilitadas conformadas sinusoidalmente;

la figura 16 es una vista superior de una realización de una película que tiene una serie de segmentos debilitados en sentido longitudinal que forman una pluralidad de conexiones no debilitadas alineadas entre las porciones no debilitadas de la película;

40 la figura 17 es una vista superior de una realización de una película que tiene una serie de segmentos debilitados en sentido longitudinal que forman una pluralidad de conexiones no debilitadas al tresbolillo entre las porciones no debilitadas de la película;

la figura 18 es una vista en perspectiva de un artículo de material compuesto corrugado;

la figura 19 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del artículo de material compuesto corrugado de la figura 18 y que ilustra una pluralidad de películas corrugadas que tienen unas porciones debilitadas selectivamente;

la figura 20 es una vista lateral del artículo de material compuesto de la figura 18 que ilustra las películas corrugadas dispuestas en una formación apilada entre un par de hojas frontales;

- 5 la figura 21 es una vista superior de las películas corrugadas de la figura 20 que ilustra la disposición de las porciones debilitadas y las direcciones estiradas de las películas corrugadas;

la figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra una o más operaciones que se pueden incluir en un método de fabricación de una película que tiene unas porciones debilitadas;

- 10 la figura 23 es un diagrama de flujo que ilustra una o más operaciones que se pueden incluir en un método de fabricación de un artículo de material compuesto;

la figura 24 es un diagrama de flujo que ilustra una o más operaciones que se pueden incluir en un método de uso de un artículo de material compuesto; y

la figura 25 es una ilustración en perspectiva de una aeronave que puede incorporar el artículo de material compuesto en una o más realizaciones.

15 Descripción detallada

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, en los que lo que se expone es para fines de ilustración de diversas realizaciones preferidas de la divulgación, en la figura 1 se muestra un artículo de material compuesto 100. El artículo de material compuesto 100 se puede configurar como un panel de material compuesto 104 que tiene unas superficies de artículo 102 sobre los lados superior e inferior 106, 108 del panel de material compuesto 104. El artículo de material compuesto 100 se fabrica a partir de una pluralidad de películas 120 y está dispuesto en una formación apilada 130. Las películas 120 se pueden laminar o unirse entre sí usando una o más capas de adhesivo 112 o usando el material de matriz adhesivo 110. En una realización, la capa de adhesivo 112 se puede hacer coincidir ópticamente con la película 120. Por ejemplo, las capas de adhesivo 112 y las películas 120 pueden tener unos índices de refracción que son complementarios entre sí o que son sustancialmente equivalentes para una banda de longitud de onda predeterminada tal como dentro del espectro visible y/o el espectro infrarrojo.

Haciendo referencia a la figura 2, se muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del artículo de material compuesto 100 de la figura 1 que muestra una pluralidad de películas poliméricas 120 en la formación apilada 130. Una o más de las películas 120 en el artículo de material compuesto 100 se pueden estirar ventajosamente a lo largo de al menos una dirección estirada 134. La resistencia de la película 120 a lo largo de una dirección estirada 134 puede ser superior a la resistencia de la película 120 a lo largo de una dirección no estirada o dirección transversal 136 (la figura 6). La dirección transversal 136 puede estar orientada generalmente en perpendicular a la dirección estirada 134. Uno o más pares adyacentes de las películas 120 se pueden unir entre sí usando una capa de adhesivo 112 relativamente delgada. Cada capa de adhesivo 112 puede formar una línea de unión delgada entre las superficies de contacto de las películas 120. La capa de adhesivo 112 se puede formar de material de matriz, resina u otro material que se puede instalar entre las películas 120 adyacentes para unir adhesivamente entre sí las películas 120.

En la figura 2, cada una de las películas 120 incluye una pluralidad de porciones debilitadas 160 que se pueden formar como tiras o trayectorias relativamente delgadas dispuestas en un patrón predeterminado en una película 120. Por ejemplo, las porciones debilitadas 160 se pueden formar en la forma de una línea 176 (la figura 4) a lo largo de una trayectoria en sentido longitudinal 162 (la figura 4) en las películas 120. Como se indicó anteriormente, una o más de las películas 120 pueden comprender una película estirada 132. Las porciones debilitadas 160 en una película estirada 132 pueden estar generalmente alineadas o ser generalmente paralelas con la dirección estirada 134 de la película estirada 132. No obstante, una o más de las porciones debilitadas 160 de una película estirada 132 pueden estar orientadas a lo largo de una o más direcciones que son generalmente no paralelas a la dirección estirada 134 de la película estirada 132.

En cada película 120, las porciones debilitadas 160 definen una pluralidad de porciones no debilitadas 140 de la película, que pueden ser relativamente más grandes. Las porciones no debilitadas 140 de cada película 120 pueden comprender una porción sustancial de cada película 120. La figura 2 ilustra una pluralidad de porciones no debilitadas 140 que tienen, cada una, una configuración en forma de cinta general 152 limitada por las trayectorias en sentido longitudinal 162 de las porciones debilitadas 160. Las porciones debilitadas 160 de una película 120 tienen al menos una propiedad que es menor que la propiedad de las porciones no debilitadas 140 de la película 120. Por ejemplo, las porciones debilitadas 160 de una película 120 se pueden modificar para tener una resistencia reducida en relación con la resistencia de una porción no debilitada de la película 120. En una realización, una o más de las porciones debilitadas 160 de una película 120 se pueden modificar químicamente en relación con una porción no debilitada 140

de la película 120 y en donde la modificación química puede dar lugar a que la porción debilitada 160 tenga una resistencia a la tracción, un módulo de elasticidad a la tracción, una deformación final y/u otra propiedad que es menor que la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad a la tracción, la deformación final y/u otra propiedad de una porción no debilitada 140 de la película 120. En una realización adicional, una o más de las porciones debilitadas 160 de una película 120 se pueden modificar geométricamente dando lugar a que la película 120 tenga una resistencia a la tracción reducida y/o una resistencia a esfuerzo cortante transversal (por ejemplo, fuera de plano) reducida en relación con la resistencia a la tracción y/o la resistencia a esfuerzo cortante transversal de la película 120 en una porción no debilitada 140.

Ventajosamente, al dotar a cada película 120 de una o más porciones debilitadas 160 dispuestas en un patrón deseado, la película 120 puede fallar de una forma deseada cuando se someten a una carga externa. Por ejemplo, durante un suceso balístico en donde un panel de material compuesto 104 puede sufrir un impacto por parte de un proyectil (no mostrado), una o más películas 120 en el panel de material compuesto 104 pueden absorber energía cinética del proyectil mediante alargamiento o estiramiento. Una o más de las películas 120 en el panel de material compuesto 104 pueden fallar (por ejemplo, fracturarse localmente) inicialmente a lo largo de una o más de las porciones debilitadas 160. Ventajosamente, las porciones no debilitadas 140 de las películas 120 pueden permanecer intactas después del fallo de las porciones debilitadas 160. Las porciones no debilitadas 140 intactas pueden continuar absorbiendo la energía cinética del proyectil al desviarse, alargarse o estirarse a medida que el proyectil continúa a lo largo de una trayectoria al interior o a través del panel de material compuesto 104. La desviación, el alargamiento o el estiramiento de las porciones no debilitadas 140 puede acelerar el proyectil hasta que las porciones no debilitadas 140 fallan tras alcanzar una deformación final del material de película.

Ventajosamente, al forzar que la película 120 falle inicialmente en las porciones debilitadas 160, las porciones no debilitadas 140 pueden continuar experimentando una cantidad relativamente grande de desviación y alargamiento (por ejemplo, estiramiento) antes del fallo de las porciones no debilitadas 140. Además, para las películas estiradas 132, mediante la orientación de las porciones no debilitadas 140 de la película estirada 132 generalmente en paralelo a la dirección estirada 134 de la película estirada 132, la resistencia superior de la película estirada 132 en la dirección estirada 134 puede proporcionar una capacidad mejorada de absorber la energía de un impacto en relación con la capacidad de absorción de energía menor a lo largo de la dirección transversal 136 de la película estirada 132. Además, al forzar que la película estirada 132 falle inicialmente en las porciones debilitadas 160, una cantidad aumentada de material de película puede estar involucrada en un suceso balístico.

Por ejemplo, haciendo referencia a la figura 2, al forzar que las películas 120 fallen inicialmente en las porciones debilitadas 160, las porciones no debilitadas 140 pueden continuar desviándose y alargándose, dando como resultado la toma de contacto de unas películas adicionales 120 en la formación apilada 130 del panel de material compuesto 104. La desviación y el alargamiento aumentados pueden aumentar la cantidad de porciones no debilitadas 140 que pasan a estar involucradas en un suceso balístico. La participación aumentada de las porciones no debilitadas 140 en un suceso balístico puede aumentar la cantidad de tiempo durante la cual las películas 120 pueden absorber energía cinética del proyectil, lo que puede reducir o evitar la penetración del panel de material compuesto 104 por el proyectil. A este respecto, al dotar a unas películas 120 de unas porciones debilitadas selectivamente 160, el desempeño balístico del artículo de material compuesto 100 se puede mejorar significativamente en relación con el desempeño balístico de los artículos de material compuesto convencionales (no mostrados).

Una ventaja adicional proporcionada por la presente divulgación es una mejora en el desempeño óptico de un artículo de material compuesto transparente 100 fabricado con unas películas estiradas 132 en relación con el desempeño óptico de un artículo de material compuesto transparente convencional (no mostrado) fabricado con fibras (no mostradas). Por ejemplo, en un artículo de material compuesto convencional, las fibras pueden tener una configuración generalmente cilíndrica dando lugar a que cada fibra actúe como una lente pequeña para la luz que pasa a través del artículo de material compuesto convencional. El artículo de material compuesto convencional puede incluir una pluralidad de capas de fibras orientadas en diferentes direcciones. El efecto acumulativo de la pluralidad de fibras es una dispersión de la luz a medida que la luz pasa a través del artículo de material compuesto convencional de tal modo que los objetos vistos a través del artículo de material compuesto convencional pueden aparecer borrosos.

Ventajosamente, en la presente divulgación, las porciones debilitadas 160 de las películas 120 pueden tener sustancialmente las mismas propiedades ópticas que las porciones no debilitadas 140 de la película 120 a pesar de que las porciones debilitadas 160 tienen unas propiedades reducidas (por ejemplo, una resistencia reducida) en relación con las propiedades de las porciones no debilitadas 140. Al dotar a la película 120 de unas propiedades ópticas sustancialmente uniformes por toda la película 120, las películas debilitadas selectivamente 120 en la presente divulgación evitan los efectos ópticos no deseables asociados con materiales compuestos reforzados con fibra convencionales.

En la figura 2, cada una de las películas 120 puede comprender una película estirada 132 que tiene una dirección estirada 134 y una dirección transversal 136 orientada generalmente en perpendicular a la dirección estirada 134. Las películas estiradas 132 pueden estar sustancialmente no estiradas en la dirección transversal 136. Las películas estiradas 132 mostradas en la figura 2 se pueden estirar unidireccionalmente en donde las porciones no debilitadas

140 pueden tener una resistencia a la tracción y/o un módulo de elasticidad a la tracción en la dirección estirada 134 que pueden ser superiores a la resistencia a la tracción y/o el módulo de elasticidad a la tracción de la porción no debilitada 140 en la dirección transversal 136. No obstante, el artículo de material compuesto 100 se puede construir a partir de unas películas estiradas 132 que se estiran bidireccionalmente (no mostradas). Por ejemplo, una o más películas estiradas 132 en un artículo de material compuesto 100 se pueden estirar a lo largo de una dirección en sentido longitudinal y a lo largo de una dirección transversal 136. Como alternativa, se contempla que se puede construir un artículo de material compuesto 100 con una o más películas 120 que son no estiradas (no mostradas).

En la figura 2, las películas estiradas 132 están dispuestas de tal modo que la dirección estirada 134 de cada película estirada 132 está orientada generalmente en perpendicular a la dirección estirada 134 de la película estirada 132 adyacente. No obstante, las películas estiradas 132 se pueden disponer de cualquier forma y no se limitan a unas orientaciones perpendiculares alternas de las direcciones estiradas 134. Por ejemplo, se puede construir un artículo de material compuesto 100 en donde las direcciones estiradas 134 de las películas estiradas 132 están orientadas sustancialmente en la misma dirección. Como alternativa, se puede construir un artículo de material compuesto 100 en donde las direcciones estiradas 134 de las películas estiradas 132 están orientadas a unos ángulos no perpendiculares en relación entre sí. Por ejemplo, el artículo de material compuesto 100 se puede configurar de tal modo que las direcciones estiradas 134 de una o más películas estiradas 132 pueden estar orientadas en ángulos predeterminados (por ejemplo, 15°, 22,5°, 45°, 60°, 75°, etc.) en relación entre sí.

A este mismo respecto, un artículo de material compuesto 100 se puede configurar teniendo un patrón transversal de porciones debilitadas 220 como se muestra en la figura 21 en donde las porciones debilitadas 160 de cada una de las películas estiradas 132 están orientadas a unos ángulos generalmente perpendiculares en relación con las porciones debilitadas 160 de las películas estiradas 132 adyacentes. No obstante, un artículo de material compuesto 100 se puede configurar teniendo unas películas estiradas 132 con unas porciones debilitadas 160 generalmente orientadas en la misma dirección (no mostradas). Como alternativa, un artículo de material compuesto 100 se puede configurar teniendo unas películas estiradas 132 con unas porciones debilitadas 160 orientadas en ángulos no perpendiculares (por ejemplo, 15°, 22,5°, 45°, 60°, 75°, etc.) en relación con unas porciones debilitadas 160 de las películas estiradas 132 adyacentes. Además, un artículo de material compuesto 100 se puede configurar en donde la orientación de las porciones debilitadas 160 en relación con la dirección estirada 134 de una de las películas estiradas 132 es diferente de la orientación de las porciones debilitadas 160 en relación con la dirección estirada 134 de una o más de las otras películas estiradas 132 en el artículo de material compuesto 100.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra el artículo de material compuesto 100 de la figura 1 que ilustra las películas estiradas 132 en la formación apilada 130. Una o más de las películas estiradas 132 incluyen una o más porciones no debilitadas 140. Las porciones no debilitadas 140 están limitadas por las porciones debilitadas 160. Cada una de las películas estiradas 132 puede incluir unas superficies de película superior e inferior 128. Una capa de adhesivo 112 se puede instalar entre las superficies de película superior e inferior 128 de las películas estiradas 132 adyacentes para unir adhesivamente las películas estiradas 132. Como se indicó anteriormente, la capa de adhesivo 112 puede comprender una película 120 de adhesivo que se puede hacer coincidir ópticamente con la película 120 tal como al hacer coincidir sustancialmente los índices de refracción de la capa de adhesivo 112 y la película 120 dentro de una banda de longitud de onda (por ejemplo, el espectro visible y/o el espectro infrarrojo) y/o al hacer coincidir sustancialmente los coeficientes de temperatura del índice de refracción de la capa de adhesivo 112 y la película 120 dentro de un intervalo de temperaturas (por ejemplo, de -65 °F a +200 °F (de -53,9 °C a 93,3 °C)). Una pluralidad de las capas de adhesivo 112 se pueden tender con las películas estiradas 132. Como alternativa, la capa de adhesivo 112 puede comprender un material de matriz adhesivo o una resina adhesiva que se puede aplicar entre las películas estiradas 132.

La figura 4 es una vista superior de una de las películas estiradas 132 que tienen una longitud de película 122 y una anchura de película 124. En la realización mostrada, las porciones debilitadas 160 se forman en la película estirada 132. Cada una de las porciones debilitadas 160 está configurada en la forma de una línea 176. Las porciones debilitadas 160 se extienden a lo largo de una trayectoria en sentido longitudinal 162 que puede estar generalmente orientada en paralelo a la dirección estirada 134 de la película estirada 132. Cada una de las porciones debilitadas 160 tiene una longitud de porción debilitada 168 que se extiende a lo largo de la longitud de película 122. Las porciones debilitadas 160 se muestran como separadas de forma generalmente uniforme a través de la anchura de película 124 y definiendo una pluralidad de porciones no debilitadas 140 que tienen unas anchuras de porción no debilitada sustancialmente uniformes 144. No obstante, las anchuras de porción no debilitada 144 pueden ser no uniformes en una película 120.

La figura 5 es una vista en sección transversal de una película 120 que tiene unas porciones debilitadas 160 que se pueden formar en una película 120. En una realización, el espesor de película 126 se puede encontrar en el intervalo de aproximadamente 5 micras a aproximadamente 5.000 micras (0,0002 a 0,20 pulgadas). No obstante, la película 120 se puede proporcionar en cualquier espesor de película 126, sin limitación. Las porciones debilitadas 160 pueden tener una anchura de porción debilitada 170. Las porciones debilitadas 160 pueden estar separadas entre sí y pueden definir una anchura de porción no debilitada 144. Las porciones no debilitadas 140 se pueden formar en una forma en sección transversal generalmente alargada 154 o en una configuración en forma de cinta 152 que puede tener una

relación de aspecto relativamente alta. En una realización, la porción no debilitada 140 puede tener una relación de aspecto de la anchura de una porción no debilitada 140 con respecto al espesor de película 126 de aproximadamente 3 a aproximadamente 500 aunque la porción no debilitada 140 puede tener cualquier relación de aspecto de cualquier valor.

- 5 Las porciones debilitadas 160 se pueden formar en una película 120 tal como una película estirada 132 mediante uno cualquiera de una diversidad de medios diferentes para lograr una reducción en una propiedad de la película 120 dentro de la porción debilitada 160 en relación con la propiedad en una porción no debilitada 140. Por ejemplo, las porciones debilitadas 160 se pueden formar en una película 120 mediante la modificación química 190 de la película 120 y/o mediante la modificación geométrica 192 (la figura 6) de la película 120.
- 10 En la figura 5, la modificación química 190 de una película 120 para formar las porciones debilitadas 160 puede incluir una exposición localizada de la película 120 a la radiación ultravioleta o a otras formas de radiación tales como radiación de haces de electrones. Se puede aplicar radiación a la película 120 en la ubicación deseada de una porción debilitada 160 para alterar, modificar y/o debilitar las uniones moleculares de la película 120. La exposición a la radiación puede inducir una escisión de cadena, lo que puede dar como resultado una reducción en la resistencia de unión molecular. Un producto secundario de una exposición a radiación puede incluir un cambio localizado de color de la película 120. No obstante, los cambios de color se pueden reducir o minimizarse por tratamiento térmico o recocido óptico. La modificación química 190 también puede incluir una exposición de una película 120 a un láser que puede dar como resultado un calentamiento localizado de la película 120 y que puede dar lugar a que el material de película polimérica tenga diferentes propiedades.
- 15
- 20 En la figura 5, la modificación química 190 puede incluir adicionalmente un dopado selectivo de la película 120 para añadir un agente de ablandamiento o un agente de endurecimiento a áreas localizadas de la película 120 en las que se desea formar una porción debilitada 160. La modificación química 190 también puede incluir aplicar una diversidad de materiales que se sabe que deterioran localmente el desempeño del material de la película polimérica 120. La modificación química 190 puede incluir adicionalmente fabricar la película 120 con una composición de material
- 25 ligeramente diferente en las porciones debilitadas 160 en relación con la composición de material en las porciones no debilitadas 140. Por ejemplo, se puede formar una película 120 que tiene un peso molecular reducido de las cadenas de polímero en las porciones debilitadas 160 en relación con el peso molecular de las cadenas de polímero en las porciones no debilitadas 140, lo que proporcionaría ventajosamente unas propiedades ópticas sustancialmente idénticas en la porción debilitada 160 y la porción no debilitada 140 con una resistencia de material reducida en la porción debilitada 160. En una realización, la modificación química 190 se puede proporcionar con una anchura de porción debilitada 170 que puede variar (no mostrada) a lo largo de una longitud de una porción debilitada 160. De forma similar, la modificación química 190 se puede proporcionar a unas profundidades de porción debilitada 172 diferentes. La profundidad de porción debilitada 172 se puede medir a partir de una superficie de película 128 de una película 120 tal como una película estirada 132.
- 30
- 35 La figura 6 es una vista en sección transversal de la película estirada 132 que ilustra una realización de una modificación geométrica 192 para formar las porciones debilitadas 160. La modificación geométrica 192 puede incluir una reducción localizada 194 en el espesor de película 126. Tal reducción localizada 194 en el espesor de película 126 puede dar como resultado una reducción en la resistencia (por ejemplo, la resistencia a la tracción reducida) de la película 120 en relación con la resistencia de la película 120 en las porciones no debilitadas 140 de la película 120.
- 40 La reducción localizada 194 en el espesor de película 126 se puede proporcionar mediante la formación de una ranura, una muesca o una estría a lo largo de una longitud de la película estirada 132 a cualquier profundidad de porción debilitada 172. La modificación geométrica 192 puede reducir localmente el espesor de película 126 de tal modo que el espesor de porción debilitada 174 es menor que aproximadamente un 90 por ciento del espesor de película 126. Por ejemplo, la película estirada 132 se puede modificar geoméricamente de tal modo que el espesor de porción debilitada 174 es de aproximadamente un 10 por ciento a un 90 por ciento del espesor de película 126 aunque se contemplan otros espesores relativos fuera del intervalo de un 10 a un 90 por ciento.
- 45

Aunque se muestra una ranura en forma de V, la modificación geométrica 192 se puede formar en cualquier tamaño, forma y configuración, sin limitación. Por ejemplo, la modificación geométrica 192 de una película 120 se puede proporcionar al ranurar una línea en una película de espesor constante 120 para retirar material de la película 120. La modificación geométrica 192 de una película 120 también se puede proporcionar mediante la formación o el moldeado de la modificación geométrica 192 para dar la película 120 durante la fabricación de la película 120. Aunque una ranura, muesca o estría en la película 120 puede dar como resultado unos efectos ópticos no deseables, tales efectos ópticos se pueden mitigar al cargar la ranura, muesca, estría, u otra modificación geométrica 192 con un material ópticamente coincidente tal como material de una resina de matriz o de la capa de adhesivo 112. Tal material se puede

- 50
- 55
- 60

aplicar durante el tendido del artículo de material compuesto 100. Los efectos ópticos no deseables también se pueden evitar o mitigarse mediante la formación de la modificación geométrica 192 como un corte infinitamente delgado (no mostrado) o una rebanada infinitamente delgada (no mostrada) que se extiende a lo largo de una longitud de la película estirada 132 a cualquier profundidad de porción debilitada 172 sobre uno o ambos lados de la película 120. Ventajosamente, un corte o rebanada infinitamente delgado de este tipo puede debilitar localmente la película estirada 132 sin retirar material de la película estirada 132. Aunque las porciones debilitadas 160 se muestran como

generalmente paralelas con la dirección estirada 134, las porciones debilitadas 160 se pueden formar en una alineación general con la dirección transversal 136 o en cualquier otra dirección como se indicó anteriormente.

La figura 7 es una vista superior de una porción de una película 120 que ilustra una realización de una modificación geométrica 192 de una película 120 para formar unas porciones debilitadas 160. Las porciones debilitadas 160 se muestran como un ranurado continuo 196 de la película 120 en la forma de una línea 176. Las porciones debilitadas se pueden extender en una trayectoria en sentido longitudinal 162 a lo largo de la película 120. Aunque las porciones debilitadas 160 se muestran como generalmente paralelas con la dirección estirada 134, las porciones debilitadas 160 pueden estar orientadas en cualquier dirección en relación con la dirección estirada 134 y no se limitan a estar generalmente orientadas en paralelo a la dirección estirada 134.

La figura 8 muestra una realización de una película 120 en donde las porciones debilitadas 160 se pueden formar como una serie de modificaciones geométricas discretas o localizadas 192 dispuestas en un patrón predeterminado en la película 120. Por ejemplo, las porciones debilitadas 160 pueden estar compuestas por una serie de indentaciones 198 o depresiones que se pueden formar en una o ambas de las superficies de película 128 opuestas. Tales indentaciones 198 pueden dar como resultado unas reducciones localizadas 194 en el área en sección transversal de la película 120. Aunque la figura 8 muestra una serie de indentaciones 198 formadas en una línea generalmente recta, las indentaciones 198 se pueden disponer en cualquier patrón, orientación o configuración, sin limitación. Los efectos ópticos no deseables de las indentaciones localizadas 198 se pueden mitigar mediante la aplicación de un material ópticamente coincidente a las indentaciones 198 como se indicó anteriormente.

La figura 9 es una vista superior de una realización de una película 120 que tiene unas porciones debilitadas 160 formadas en un patrón similar al patrón ilustrado en la figura 4 y descrito anteriormente. No obstante, las porciones no debilitadas 140 en la realización de la figura 9 incluyen los segmentos debilitados transversales 166 orientados generalmente en perpendicular en relación con las porciones debilitadas 160. Cada uno de los segmentos debilitados transversales 166 se puede extender entre al menos dos de las porciones debilitadas 160 para definir una pluralidad de porciones no debilitadas 140 que tienen, cada una, la forma de un rectángulo 178. Los segmentos debilitados transversales 166 definen una longitud de porción no debilitada 142. Los segmentos debilitados en sentido longitudinal 164 definen una anchura de porción no debilitada 144. La interconexión de las porciones debilitadas en sentido longitudinal 160 puede dar como resultado un debilitamiento adicional de la película 120 y proporcionar un medio adicional para controlar el fallo de la película 120.

La figura 10 es una vista superior de una realización de una película 120 que tiene una pluralidad de porciones debilitadas 160 que forman, cada una, una trayectoria tortuosa 180. Cada una de las trayectorias tortuosas 180 puede incluir los segmentos debilitados en sentido longitudinal 164 que están desplazados uno con respecto a otro y que están interconectados por los segmentos debilitados transversales 166 para formar una forma escalonada 182. Los segmentos debilitados en sentido longitudinal 164 pueden estar generalmente orientados en paralelo a la dirección estirada 134 de la película 120. La forma escalonada 182 mostrada en la figura 10 da como resultado las porciones no debilitadas 140 que tienen una configuración en forma de cinta 152 con un área en sección transversal sustancialmente constante a lo largo de una dirección de la longitud de película 122. La disposición de la forma escalonada 182 mostrada en la figura 10 da como resultado unas esquinas relativamente afiladas que pueden aumentar la capacidad de la película 120 de absorber energía de un impacto tal como a partir de un proyectil.

La figura 11 es una vista superior de una realización adicional de la disposición de la forma escalonada 182 de las porciones debilitadas 160. La disposición de la forma escalonada 182 puede dar como resultado las porciones no debilitadas 140 que tienen una configuración en forma de cinta 152 con un área en sección transversal variable a lo largo de una dirección de la longitud de película 122. A este respecto, el área en sección transversal variable puede incluir variaciones en la anchura de porción no debilitada 144 de las porciones no debilitadas 140. El escalón dispuesto en la figura 11 puede dar como resultado el movimiento dentro de plano (por ejemplo, cambio de forma) de las porciones no debilitadas 140 durante un suceso de impacto.

Las figuras 12-13 son unas vistas superiores de una realización de la trayectoria tortuosa 180 en donde las porciones debilitadas 160 están dispuestas en una forma sinusoidal 184. La forma sinusoidal 184 puede reducir las concentraciones de esfuerzos que pueden tener lugar por lo demás en las realizaciones de la forma escalonada 182 mostrada en las figuras 10 y 11. La realización de la trayectoria tortuosa 180 de la figura 12 tiene separaciones sustancialmente uniformes entre las porciones debilitadas 160. La configuración en forma de cinta 152 de la porción no debilitada 160 da como resultado las anchuras 144 de una porción no debilitada sustancialmente uniforme. La figura 13 ilustra una realización de la trayectoria tortuosa 180 que tiene diferentes separaciones entre las porciones debilitadas 160 que pueden alterar la capacidad de absorción de energía de la película 120 en relación con la realización de la figura 12. En cualquiera de las realizaciones de la trayectoria tortuosa 180, la periodicidad y la amplitud de la forma sinusoidal 184 se pueden alterar para lograr un modo de fallo deseado y/o una capacidad de absorción de energía deseada de la película 120.

Las figuras 14-15 son unas vistas superiores de las realizaciones de la trayectoria tortuosa 180 similares a las figuras 12-13, respectivamente, y que incluyen adicionalmente los segmentos debilitados transversales 166 que interconectan

las formas sinusoidales 184 de las porciones debilitadas 160. Los segmentos debilitados transversales 166 se pueden situar en diferentes ubicaciones para lograr un grado deseado de debilitamiento de las películas 120. En la figura 15, la separación entre un par de los segmentos debilitados transversales 166 puede definir una longitud de porción no debilitada 142 de una porción no debilitada 160. Como se puede apreciar, la disposición, el patrón, la orientación y la interconexión de las porciones debilitadas 160 usando los segmentos debilitados transversales 166 se pueden disponer para lograr el grado deseado de debilitamiento de la película 120.

Las figuras 16-17 son unas vistas superiores de una realización de la película 120 que tiene unas porciones debilitadas 160 dispuestas en una serie de extremo a extremo de segmentos debilitados en sentido longitudinal 164. Cada hueco entre los extremos de los segmentos debilitados en sentido longitudinal 164 adyacentes comprende una conexión no debilitada 146. La figura 16 ilustra las conexiones no debilitadas 146 en una disposición alineada 148 una con respecto a otra en la película 120. La figura 17 ilustra las conexiones no debilitadas 146 en una disposición al tresbolillo 150. Las conexiones no debilitadas 146 pueden acoplar mecánicamente un par adyacente de porciones no debilitadas 140 de la película 120. A este respecto, las conexiones no debilitadas 146 pueden limitar el grado de movimiento relativo de las porciones no debilitadas 140 interconectadas, lo que puede proporcionar un medio adicional para controlar el modo de fallo y/o la capacidad de absorción de energía de la película 120. Las conexiones no debilitadas 146 pueden estar separadas a cualquier intervalo deseado o en cualquier patrón de intervalos para lograr una respuesta a fallo deseada de la película 120 y/o una respuesta a fallo deseada del artículo de material compuesto 100.

La figura 18 es una ilustración en perspectiva de un artículo de material compuesto corrugado 200. El artículo de material compuesto corrugado 200 incluye una pluralidad de películas corrugadas 204 dispuestas en una formación apilada 130. Cada película corrugada 204 puede tener una configuración corrugada en el sentido de que las películas corrugadas 204 pueden formar una forma en sección transversal sinusoidal 206. No obstante, las películas corrugadas 204 se pueden proporcionar en una forma en sección transversal tal como una forma en sección transversal de onda cuadrada, una forma en sección transversal de dientes de sierra, o formas en sección transversal que no sean una forma en sección transversal sinusoidal 206.

La figura 19 es una ilustración en perspectiva en despiece ordenado del artículo de material compuesto corrugado 200. Las películas corrugadas 204 están dispuestas en una formación apilada 130. Una o más de las películas corrugadas 204 pueden incluir una capa de adhesivo 112 interpuesta entre las películas corrugadas 204 para unir adhesivamente entre sí las películas corrugadas 204. Cada una de las películas corrugadas 204 puede incluir una serie de crestas 210 y canales 214 generalmente paralelos. Cada una de las crestas 210 puede tener una orientación de cresta 212. El artículo de material compuesto 100 puede incluir un par de hojas frontales 202 montadas sobre lados opuestos de la formación apilada 130 de las películas corrugadas 204. Las hojas frontales 202 se pueden formar de material compuesto tal como material de película polimérica y pueden tener una forma generalmente plana. No obstante, las hojas frontales 202 se pueden proporcionar en unas formas no planas tales como en una forma que puede coincidir con la forma en sección transversal de una película corrugada 204.

En la figura 19, cada una de las películas corrugadas 204 puede comprender una película estirada 132 que tiene una dirección estirada 134. Además, cada una de las películas corrugadas 204 incluye una pluralidad de porciones debilitadas 160 que pueden estar orientadas en una trayectoria en sentido longitudinal 162 a lo largo de la película corrugada 204. En la realización mostrada, una porción de las películas corrugadas 204 se puede configurar de tal modo que las porciones debilitadas 160 en una película estirada 132 están orientadas generalmente en perpendicular a la orientación de cresta 212 de la película estirada 132 y generalmente en perpendicular a la dirección estirada 134 de la película corrugada 204. Además, una porción de las películas corrugadas 204 se puede configurar de tal modo que las porciones debilitadas 160 en una película estirada 132 están generalmente orientadas en paralelo a la orientación de cresta 212 de la película estirada 132 y generalmente en paralelo a la dirección estirada 134 de la película corrugada 204. Como se ha mencionado anteriormente, en un artículo de material compuesto 100, las porciones debilitadas 160 y las direcciones estiradas 134 pueden estar orientadas en cualquier dirección en relación entre sí.

En la figura 20, se muestra una vista lateral del artículo de material compuesto corrugado 200 de las figuras 18-19. Las películas corrugadas 204 se pueden unir mediante las capas de adhesivo 112. Como se indicó anteriormente, las películas corrugadas 204 pueden incluir las crestas 210. Las crestas 210 de las películas corrugadas 204 más exteriores pueden definir unos huecos 216 entre la película corrugada 204 y la hoja frontal 202 adyacente. Los huecos 216 se pueden cargar sustancialmente con una matriz de carga 218 (por ejemplo, una carga de adhesivo) para unir cada hoja frontal 202 a la película corrugada 204 inmediatamente adyacente.

Ventajosamente, el artículo de material compuesto corrugado 200 puede proporcionar una capacidad aumentada de absorber energía de un impacto tal como a partir de un proyectil (no mostrado). A este respecto, la forma en sección transversal corrugada de las películas corrugadas 204 puede actuar como resortes en donde las películas corrugadas 204 pueden absorber energía cinética de un impacto. Por ejemplo, durante un suceso de impacto, las porciones debilitadas 160 de la película corrugada 204 pueden fallar inicialmente. Las porciones no debilitadas 140 (la figura 12) de la película corrugada 204 pueden continuar desviándose y alargándose al tiempo que absorben energía de un suceso de impacto. El alargamiento de las películas corrugadas 204 puede empujar las corrugaciones hacia una forma

más aplanada o plana. El hecho de empujar las películas corrugadas 204 hacia una forma más aplanada puede dar como resultado una cantidad aumentada de absorción de energía cinética durante el suceso de impacto. Como se puede apreciar, el modo de fallo y la capacidad de absorción de energía del artículo de material compuesto corrugado 200 se pueden controlar mediante el control de la amplitud y la periodicidad de las películas corrugadas 204.

- 5 En la figura 21, se muestra una vista superior en corte de las películas corrugadas 204 del artículo de material compuesto corrugado 200. Las películas corrugadas 204 están dispuestas de tal modo que se forma un patrón transversal de las porciones debilitadas 220. El patrón transversal de las porciones debilitadas 220 puede proporcionar una capacidad de absorción de energía deseada del artículo de material compuesto 100 (la figura 20). A este respecto, la capacidad de absorción de energía del artículo de material compuesto corrugado 200 (la figura 20) se puede controlar mediante el control del tamaño, la forma, la configuración y la orientación de las porciones debilitadas 160 en relación con la dirección estirada 134 y en relación con las orientaciones de cresta 212 de las películas corrugadas 204. Se pueden proporcionar realizaciones en las que las películas corrugadas 204 se pueden estirar unidireccionalmente, estirar bidireccionalmente, o combinaciones de las mismas, tal como se ha descrito anteriormente.
- 10
- 15 En cualquiera de las realizaciones divulgadas en el presente documento, la disposición de las porciones debilitadas 160 de las películas 120 o la película estirada 132 de un artículo de material compuesto 100 puede ser sustancialmente similar de la película 120 a la película 120. No obstante, la disposición de las porciones debilitadas 160 puede variar de película 120 a película 120 dentro de un artículo de material compuesto 100. Lo que es más, una película 120 puede tener diferentes disposiciones de las porciones debilitadas 160 en diferentes ubicaciones de la película 120.
- 20 Además, se contempla que se puede fabricar un artículo de material compuesto 100 que tiene algunas películas 120 que incluyen las porciones debilitadas 160 y otras películas 120 que no incluyen las porciones debilitadas 160.

- 25 En cualquiera de las realizaciones divulgadas en el presente documento, la cantidad, la ubicación, el patrón, el tamaño, (la profundidad, la anchura, la longitud) y el tipo (por ejemplo, la modificación química 190, la modificación geométrica 192) de las porciones debilitadas 160 se pueden proporcionar basándose en una diversidad de factores. Tales factores pueden incluir la cantidad deseada de debilitamiento proporcionada por cada película 120, el mecanismo de fallo de cada película 120 o pila de películas 120, y otros factores tales como factores de suceso balístico y factores ambientales. Los factores de suceso balístico pueden incluir la velocidad de un proyectil, la masa de un proyectil, la dureza de un proyectil, el tamaño geométrico y el área en sección transversal del proyectil, y otros factores en relación con el proyectil. Los factores ambientales pueden incluir la temperatura, la humedad y otros factores.

- 30 En cualquiera de las realizaciones divulgadas en el presente documento, la película 120 se puede formar de cualquier material termoplástico adecuado, material termoestable y/o material de vidrio, sin limitación. La capa de adhesivo 112 y/o el material de matriz 110 se pueden formar de un material termoplástico y/o un material termoestable. En una realización, la película 120 se puede formar de un material termoplástico que comprende al menos uno de los siguientes materiales: resinas acrílicas, nailon, fluorocarbonos, poliamidas, polietilenos, poliésteres, polipropilenos, policarbonatos, poliuretanos, polieteretercetona, polietercetonaacetona, polieterimididas, polímeros estirados y cualquier otro material termoplástico adecuado. Como alternativa, la película 120, la capa de adhesivo 112 y/o el material de matriz 110 se pueden formar de un material termoestable que puede incluir uno cualquiera de los siguientes: poliuretanos, resinas fenólicas, poliimididas, bismaleimididas, poliésteres, resinas epoxídicas, silsesquioxanos y cualquier otro material termoestable adecuado. Para los casos en los que la película 120 comprende una película estirada 132, la película estirada 132 se puede formar de un material termoplástico incluyendo, pero sin limitarse a, uno de los materiales termoplásticos anteriormente mencionados. En una realización, la película 120, la capa de adhesivo 112 y/o el material de matriz 110 se pueden formar de un material metálico.
- 35
- 40

- 45 En una realización, las películas 120, las capas de adhesivo 112 y/o el material de matriz 110 se pueden formar de un material sustancialmente transparente desde un punto de vista óptico que es al menos parcialmente transmisivo para los rayos de luz entrantes (no mostrados) dirigidos hacia el artículo de material compuesto 100 y/o que inciden sobre el artículo de material compuesto 100 (la figura 20). Por ejemplo, al menos una porción de las películas 120, las capas de adhesivo 112 y/o el material de matriz 110 puede ser sustancialmente transparente desde un punto de vista óptico en el espectro visible, el espectro visible cercano y/o el espectro infrarrojo cercano. No obstante, las películas 120, las capas de adhesivo 112 y/o el material de matriz 110 se pueden formar de un material sustancialmente no transparente u opaco.
- 50

- Aunque los artículos de material compuesto 100 (la figura 1) tales como los artículos de material compuesto corrugados 200 (la figura 20) se muestran y describen en el contexto de un panel de material compuesto 104 (las figuras 1 y 20), el artículo de material compuesto 100 se puede configurar en uno cualquiera de una diversidad de formas, tamaños y configuraciones diferentes. A este respecto, el artículo de material compuesto 100 se puede configurar para su uso en cualquier aplicación vehicular o no vehicular. Por ejemplo, el artículo de material compuesto 100 se puede configurar como una transparencia de un vehículo tal como una aeronave. El artículo de material compuesto 100 también puede comprender un parabrisas o una cúpula de una aeronave. El artículo de material compuesto 100 se puede configurar adicionalmente para su uso como una ventana en cualquier aplicación vehicular o no vehicular. Lo que es más, el artículo de material compuesto 100 se puede implementar como una membrana, un panel de armadura, un panel
- 55

estructural, un panel arquitectónico, un panel o artículo no estructural, o en cualquier otra implementación del artículo de material compuesto 100, sin limitación.

En una realización, un artículo de material compuesto 100 se puede fabricar usando una pluralidad de parejas 298 que comprenden una primera película estirada 300 y una segunda película estirada 320 en donde las direcciones estiradas 306, 326 pueden estar orientadas en cualquier ángulo en relación entre sí. Por ejemplo, en la realización mostrada en la figura 2, el artículo de material compuesto 100 está dispuesto de tal modo que las direcciones estiradas 306, 326 de la primera y la segunda película estirada 300, 320 en cada pareja 298 están orientadas generalmente en perpendicular entre sí. No obstante, el artículo de material compuesto 100 se puede fabricar usando una pluralidad de películas estiradas que tienen unas direcciones estiradas orientadas en una relación no perpendicular entre sí, incluyendo en una relación paralela entre sí.

La figura 22 es un diagrama de flujo de un método 400 de fabricación de una película 120 que tiene unas porciones debilitadas 160 (la figura 2). La película 120 (la figura 2) puede comprender una película estirada 132 (la figura 2) como se indicó anteriormente. La etapa 402 del método 400 puede incluir formar la película estirada 132 que tiene al menos una porción debilitada 160 y una porción no debilitada 140 (la figura 2). Una o más porciones debilitadas 160 se pueden formar en una película estirada 132 existente mediante la modificación química 190 (la figura 5) y/o la modificación geométrica 192 (la figura 5) de la película estirada 132 tal como se ha descrito anteriormente. Como alternativa, las porciones debilitadas 160 se pueden formar en la película estirada 132 durante la fabricación de la película estirada 132. Las porciones debilitadas 160 se pueden formar en uno cualquiera de una amplia diversidad de patrones, formas y orientaciones tal como se ha descrito anteriormente.

La etapa 404 del método 400 de la figura 22 puede incluir configurar la película estirada 132 (la figura 6) de tal modo que una porción debilitada 160 de la película estirada 132 tiene al menos una propiedad que es menor que una propiedad de una porción no debilitada 140. Por ejemplo, las porciones debilitadas 160 de una película estirada 132 se pueden modificar químicamente en relación con la porción no debilitada 140 de la película estirada 132 de tal modo que la modificación química da lugar a que la porción debilitada 160 tenga una resistencia a la tracción, un módulo de elasticidad a la tracción, una deformación final y/u otra propiedad que es menor que la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad a la tracción, la deformación final y/u otra propiedad de las porciones no debilitadas 140 de la película estirada 132. Como alternativa, las porciones debilitadas 160 de una película 120 se pueden modificar geoméricamente dando lugar a que la película 120 tenga una resistencia reducida tal como una resistencia a la tracción reducida y/o una resistencia a esfuerzo cortante transversal reducida en relación con la resistencia a la tracción y/o la resistencia a esfuerzo cortante transversal de la película 120 en una porción no debilitada 140.

La etapa 406 del método 400 de la figura 22 puede comprender formar una porción debilitada 160 (la figura 9) en una forma o patrón predeterminado en una película 120 (la figura 9). Por ejemplo, el método puede incluir formar las porciones debilitadas 160 en una película 120 en donde las porciones debilitadas 160 forman la forma de una línea 176 (la figura 7) y/o un rectángulo 178 (la figura 9). Las porciones debilitadas 160 también se pueden formar en una trayectoria tortuosa 180 tal como las formas escalonadas 182 mostradas en las figuras 10-11 o las formas sinusoidales 184 mostradas en las figuras 12-15. No obstante, las porciones debilitadas 160 se pueden formar en una diversidad de configuraciones alternativas de una trayectoria tortuosa 180.

La etapa 408 del método 400 de la figura 22 puede comprender formar la película estirada 132 de tal modo que las porciones debilitadas 160 son generalmente paralelas a la dirección estirada 134 de la película estirada 132. Por ejemplo, la figura 2 ilustra una realización de un artículo de material compuesto 100 en donde las porciones debilitadas 160 forman una trayectoria en sentido longitudinal 162 que es paralela a la dirección estirada 134 de la película 120. Como alternativa, la figura 19 ilustra un artículo de material compuesto corrugado 200 en donde una porción de las películas corrugadas 204 incluyen las porciones debilitadas 160 orientadas en paralelo a la dirección estirada 134 de la película corrugada 204 y una porción de las películas corrugadas 204 incluyen las porciones debilitadas 160 orientadas en perpendicular a la dirección estirada 134 de la película corrugada 204. Como se indicó anteriormente, las películas corrugadas 204 no se limitan a tener las porciones debilitadas 160 que están orientadas o bien en paralelo o bien en perpendicular a la dirección estirada 134 y pueden incluir las porciones debilitadas 160 orientadas en cualquier ángulo en relación con la dirección estirada 134 de las películas corrugadas 204.

La figura 23 es un diagrama de flujo de un método 500 de fabricación de un artículo de material compuesto 100 (la figura 1). La etapa 502 del método 500 incluye proporcionar una pluralidad de películas estiradas 132 (la figura 2) que tienen, cada una, al menos una porción no debilitada 140 (la figura 2) y al menos una porción debilitada 160 (la figura 2). Las porciones debilitadas 160 de las películas estiradas 132 pueden tener la forma de una línea 176 (la figura 7), un rectángulo 178 (la figura 9), y/o las porciones debilitadas 160 pueden estar orientadas a lo largo de una trayectoria tortuosa 180 (la figura 10). Como se indicó anteriormente, las porciones debilitadas 160 tienen al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada 140.

La etapa 504 del método 500 de la figura 23 incluye disponer la pluralidad de las películas estiradas 132 (la figura 18) en una formación apilada 130 (la figura 18). Las películas estiradas 132 se pueden formar sustancialmente al mismo tamaño y/o forma aunque las películas estiradas 132 se pueden proporcionar en diferentes tamaños y formas. Las

películas estiradas 132 se pueden alinear de una forma correctamente colocada general entre sí en la formación apilada 130.

La etapa 506 del método 500 de la figura 23 puede incluir orientar las películas estiradas 132 de tal modo que la dirección estirada 134 (la figura 19) de una de las películas estiradas 132 (la figura 19) está orientada en una orientación deseada en relación con la dirección estirada 134 de otra de las películas estiradas 132. Por ejemplo, en la realización mostrada en la figura 2, la dirección estirada 134 de la primera película estirada puede estar orientada generalmente en perpendicular en relación con la dirección estirada 134 de la segunda película estirada 320. Mediante la orientación de las direcciones estiradas 134 a unas orientaciones no paralelas en relación entre sí, el artículo de material compuesto 100 (la figura 19) puede proporcionar una capacidad mejorada de absorber energía cinética de un proyectil debido al fallo inicial de las películas en las porciones debilitadas 160 (la figura 19). Tal como se ha descrito anteriormente, el fallo inicial de las porciones debilitadas 160 de una película 120 (la figura 18) puede ir seguido de una desviación y un alargamiento aumentados de las porciones no debilitadas 140 (la figura 19) de la película 120. La desviación y el alargamiento de las porciones no debilitadas 140 de la película 120 pueden dar como resultado la participación de una porción relativamente grande de películas 120, lo que puede aumentar la capacidad de absorción de energía global de un artículo de material compuesto 100.

La etapa 508 del método 500 de la figura 23 puede incluir unir las películas estiradas 132 entre sí con unas capas de adhesivo 112 que pueden estar ubicadas entre las películas estiradas 132. Como se muestra en las figuras 2 y 19, uno o más pares adyacentes de películas 120 pueden incluir una capa de adhesivo 112 para unir entre sí las películas 120 a lo largo de las superficies de contacto de las películas estiradas 132.

La etapa 510 del método 500 de la figura 24 puede incluir curar y/o solidificar las capas de adhesivo 112 (la figura 19). Por ejemplo, se pueden aplicar calor y/o presión a un artículo de material compuesto 100 (la figura 19). El calor puede dar lugar a una reducción en la viscosidad de las capas de adhesivo 112, lo que puede promover la unión de las películas estiradas 132 (la figura 19). La presión se puede aplicar para consolidar el artículo de material compuesto 100.

La figura 24 es un diagrama de flujo de un método 600 de uso de un artículo de material compuesto 100. La etapa 602 del método 600 puede incluir proporcionar un artículo de material compuesto 100 (la figura 1) que tiene una pluralidad de películas 120 en donde cada una de las películas 120 puede tener unas porciones debilitadas 160 (la figura 2) y unas porciones no debilitadas 140 (la figura 2) tal como se ha descrito anteriormente. Las porciones debilitadas 160 pueden tener al menos una propiedad que puede ser menor que la propiedad de las porciones no debilitadas 140.

La etapa 604 del método 600 de la figura 24 puede incluir colocar o mantener el artículo de material compuesto 100 (la figura 1) en una condición no cargada. La condición no cargada puede comprender una condición estática del artículo de material compuesto 100. Por ejemplo, el artículo de material compuesto 100 puede comprender una porción de un vehículo 701 (la figura 25) que es estática o sustancialmente inmóvil. En una realización, el vehículo 701 puede comprender una aeronave 700 (la figura 25).

Haciendo referencia a la figura 25, se muestra una ilustración en perspectiva de una aeronave 700 que puede incorporar una o más realizaciones del artículo de material compuesto 100 (la figura 1) como se divulga en el presente documento. La aeronave 700 puede incluir un fuselaje 702 que tiene un par de alas 704 y una sección de cola 708 que puede incluir un estabilizador vertical 712 y estabilizadores horizontales 710. La aeronave 700 puede incluir adicionalmente unas superficies de control 706 y unas unidades de propulsión 714. La aeronave 700 puede ser generalmente representativa de uno de una diversidad de vehículos que pueden incorporar uno o más de los artículos de material compuesto 100 como se describe en el presente documento.

En una realización, el artículo de material compuesto 100 (la figura 1) puede comprender un panel de material compuesto 104 (la figura 1). En la condición no cargada, las cargas sobre el panel de material compuesto 104 pueden limitarse a cargas estáticas debido a la fuerza gravitacional que actúa sobre una masa del panel de material compuesto 104 u otras cargas estáticas que actúan sobre la aeronave 700 (la figura 25). Un ejemplo de una condición no cargada puede incluir el fuselaje 702 de la aeronave 700 (la figura 25) encontrándose no presurizado tal como cuando la aeronave 700 está estacionada en una plataforma de estacionamiento de aeronaves de un aeropuerto.

La etapa 606 del método 600 de la figura 24 puede incluir colocar el artículo de material compuesto 100 (la figura 1) en una condición cargada en donde el vehículo se puede encontrar en movimiento y/o el panel de material compuesto 104 (la figura 1) se puede someter a una carga dinámica. Por ejemplo, el vehículo puede comprender la aeronave 700 (la figura 25) en movimiento en una pista durante el despegue. La condición cargada también puede comprender el fuselaje 702 de la aeronave 700 (la figura 25) encontrándose presurizado. En la condición cargada, las cargas sobre el artículo de material compuesto 100 pueden incluir una cualquiera de cargas de compresión, cargas de tracción, cargas cortantes, cargas de torsión, o cualquier combinación de las mismas.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método de uso de un artículo de material

compuesto, que comprende las etapas de proporcionar el artículo de material compuesto que tiene una pluralidad de películas, teniendo cada una de las películas una porción no debilitada y una porción debilitada, teniendo la porción debilitada al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada; colocar el artículo de material compuesto en una condición no cargada; y colocar el artículo de material compuesto en una condición cargada. Ventajosamente, la condición no cargada está asociada con un vehículo que sustancialmente es inmóvil; y la condición cargada está asociada con el vehículo en movimiento.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método de formación de un artículo de material compuesto, que comprende las etapas de proporcionar una pluralidad de películas estiradas que tienen, cada una, una porción no debilitada y una porción debilitada, teniendo la porción debilitada al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada; y disponer la pluralidad de las películas estiradas en una formación apilada. Ventajosamente, hay una etapa adicional de unir adhesivamente al menos al menos un par de las películas estiradas. Ventajosamente, hay una etapa adicional de formación de la porción debilitada en una forma de al menos una de una línea, una forma de rectángulo y una trayectoria tortuosa.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un artículo de material compuesto, que comprende: una pluralidad de películas dispuestas en una formación apilada, teniendo al menos una de las películas una porción no debilitada y una porción debilitada y teniendo la porción debilitada al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada. Ventajosamente, hay una capa de adhesivo ubicada entre al menos un par de las películas. Ventajosamente, la propiedad comprende una propiedad que incluye al menos una de una resistencia a la tracción, un módulo de elasticidad a la tracción y una deformación final. Ventajosamente, la porción debilitada tiene al menos una de las siguientes formas: una línea, un rectángulo y una trayectoria tortuosa. Ventajosamente, al menos una de las películas comprende una película estirada que tiene una dirección estirada generalmente orientada en paralelo a una dirección en sentido longitudinal de la porción debilitada. Ventajosamente, la película estirada es una de estirada unidireccionalmente y estirada bidireccionalmente. Ventajosamente, las películas comprenden unas películas corrugadas dispuestas en la formación apilada. Ventajosamente, un par de hojas frontales están montadas sobre lados opuestos de la formación apilada de las películas corrugadas.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona una película para un artículo de material compuesto, que comprende una porción no debilitada y una porción debilitada que tiene al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada. Ventajosamente, la película se forma a partir de al menos uno de un material termoplástico, un material termoestable y un material metálico. Ventajosamente, la película comprende una película estirada formada de un material termoplástico. Ventajosamente, la película comprende adicionalmente una capa de adhesivo ubicada entre al menos un par de las películas.

Modificaciones y mejoras adicionales de la presente divulgación pueden ser evidentes para los expertos en la materia. Por lo tanto, se tiene por objeto que la combinación particular de partes descritas e ilustradas en el presente documento represente solo determinadas realizaciones de la presente divulgación y no se tiene por objeto que sirva como limitaciones de realizaciones o dispositivos alternativos dentro del espíritu y el alcance de la divulgación.

REIVINDICACIONES

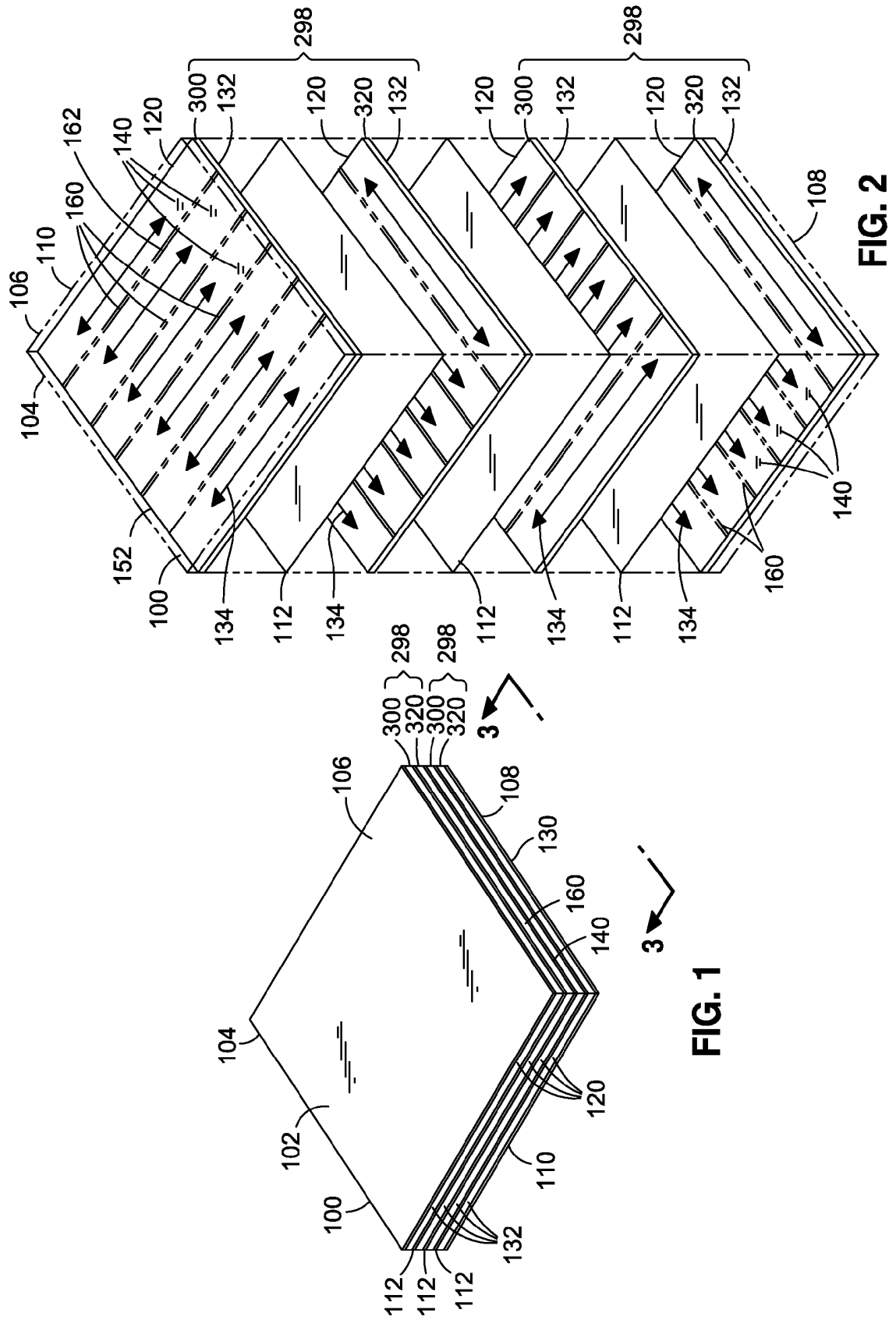
1. Un artículo de material compuesto (100) fabricado a partir de una pluralidad de películas (120) dispuestas en una formación apilada (130), comprendiendo cada película:

5 una porción no debilitada (140); y
 una porción debilitada (160) que tiene al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada (140), en donde:
 la propiedad comprende al menos uno de una resistencia a la tracción, un módulo de elasticidad a la tracción y una deformación final.
2. El artículo de material compuesto de la reivindicación 1, en donde: la porción debilitada (160) forma una forma de
10 al menos una de una línea y una trayectoria tortuosa.
3. El artículo de material compuesto en una u otra de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde:
la película comprende una película estirada (132) que tiene una dirección estirada generalmente orientada en paralelo a una dirección en sentido longitudinal de la porción debilitada (160).
4. El artículo de material compuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde: la película comprende una
15 película corrugada (204) que tiene una forma en sección transversal corrugada.
5. El artículo de material compuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la porción debilitada (160) se forma mediante al menos una de las siguientes:

 una modificación geométrica (192) de la película en la porción debilitada (160); y
 una modificación química (190) de la película en la porción debilitada (160).
- 20 6. El artículo de material compuesto de la reivindicación 5, en donde:

 la película tiene un espesor de película; y
 la modificación geométrica (192) comprende una reducción localizada (192) en el espesor de película.
7. El artículo de material compuesto de la reivindicación 6, en donde: la reducción localizada (192) en el espesor de película comprende al menos una de una ranura, una muesca y una rebanada.
- 25 8. El artículo de material compuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde: la película tiene un espesor de película en un intervalo de aproximadamente 3 micras a 5000 micras.
9. El artículo de material compuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde: la porción no debilitada (140) tiene una forma en sección transversal alargada con una relación de aspecto de la anchura de una porción no debilitada (140) con respecto a un espesor de película de aproximadamente 3 a aproximadamente 500.
- 30 10. El artículo de material compuesto en cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde: la película es una película estirada (132) y la película estirada es una de estirada unidireccionalmente y estirada bidireccionalmente.
11. Un método de formación de un artículo de material compuesto, que comprende las etapas de:

 formar una pluralidad de películas estiradas (132), teniendo cada película una porción debilitada (160) y una
35 porción no debilitada (140); y
 configurar la película estirada (132) de tal modo que la porción debilitada (160) tiene al menos una propiedad que es menor que la propiedad de la porción no debilitada (140), en donde la propiedad comprende al menos uno de una resistencia a la tracción, un módulo de elasticidad a la tracción y una deformación final; y
 disponer la pluralidad de películas en una formación apilada para formar el artículo de material compuesto.
12. El método de la reivindicación 11, que comprende adicionalmente la etapa de:
40 formar la porción debilitada (160) en una forma de al menos una de una línea, una forma de rectángulo y una trayectoria tortuosa.
13. El método de una u otra de la reivindicación 11 o la reivindicación 12, que comprende adicionalmente la etapa de:
proporcionar la película como una película estirada (132).
14. Una aeronave que comprende un artículo de material compuesto (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1
45 a 10, configurada para su uso como un parabrisas, una cúpula, una ventana, una membrana, un panel de armadura, un panel estructural, un panel arquitectónico o un panel o artículo no estructural.



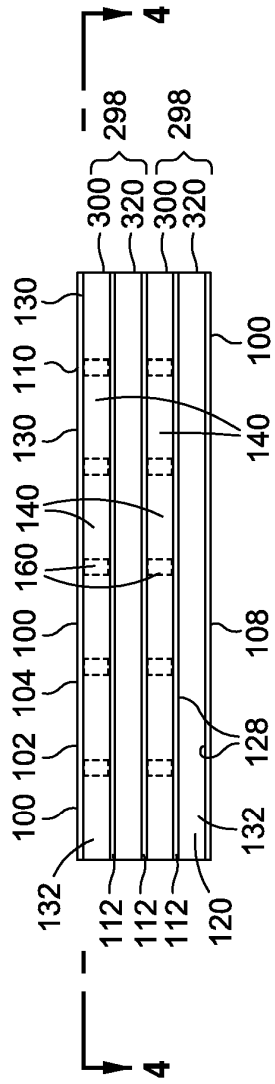


FIG. 3

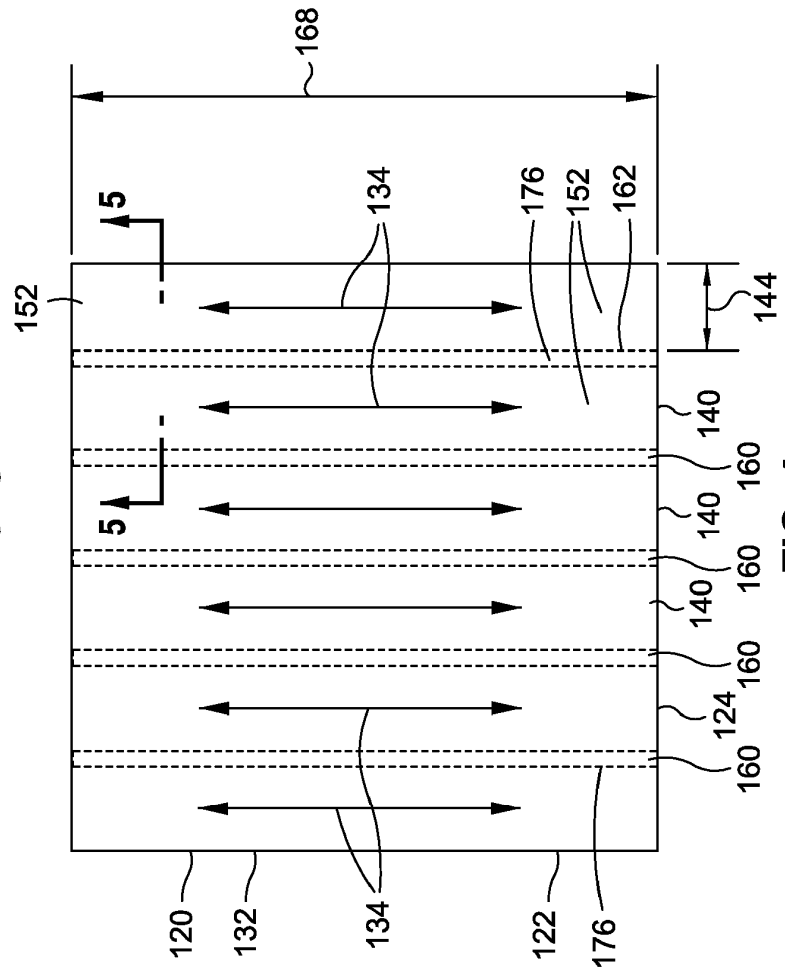


FIG. 4

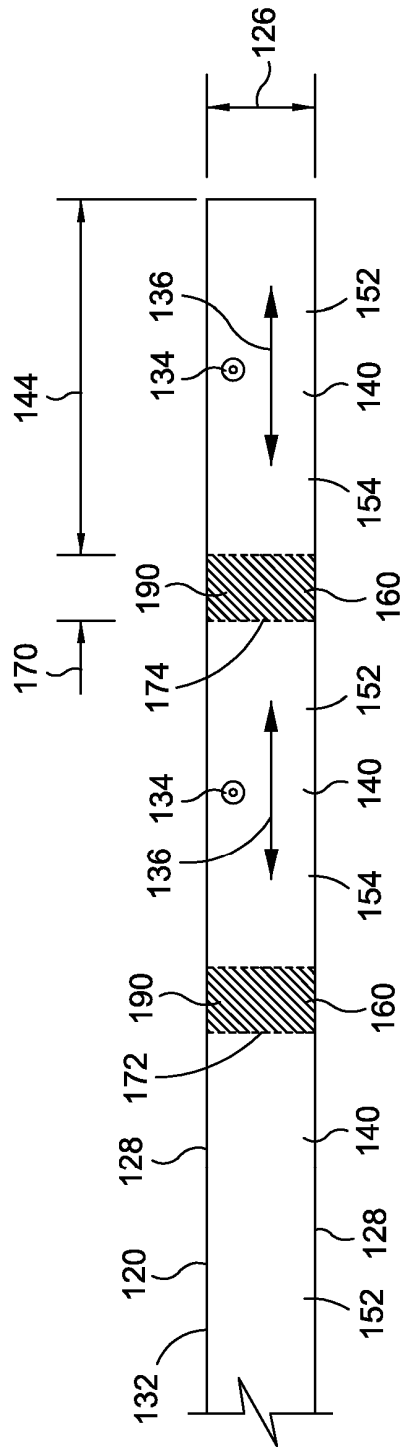


FIG. 5

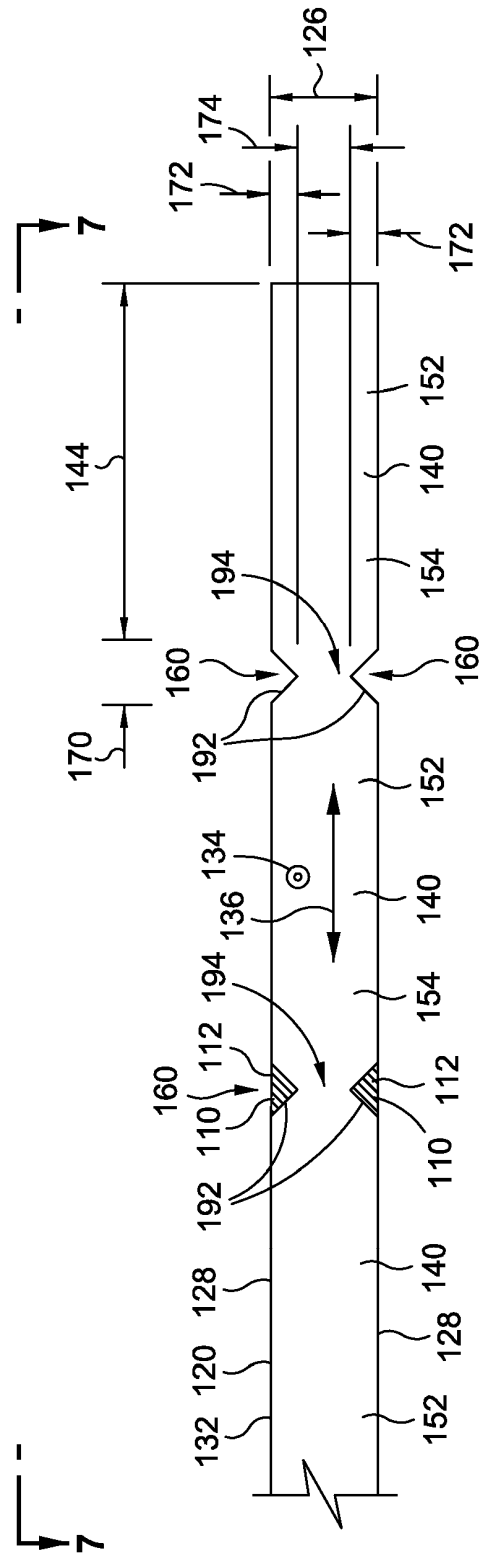


FIG. 6

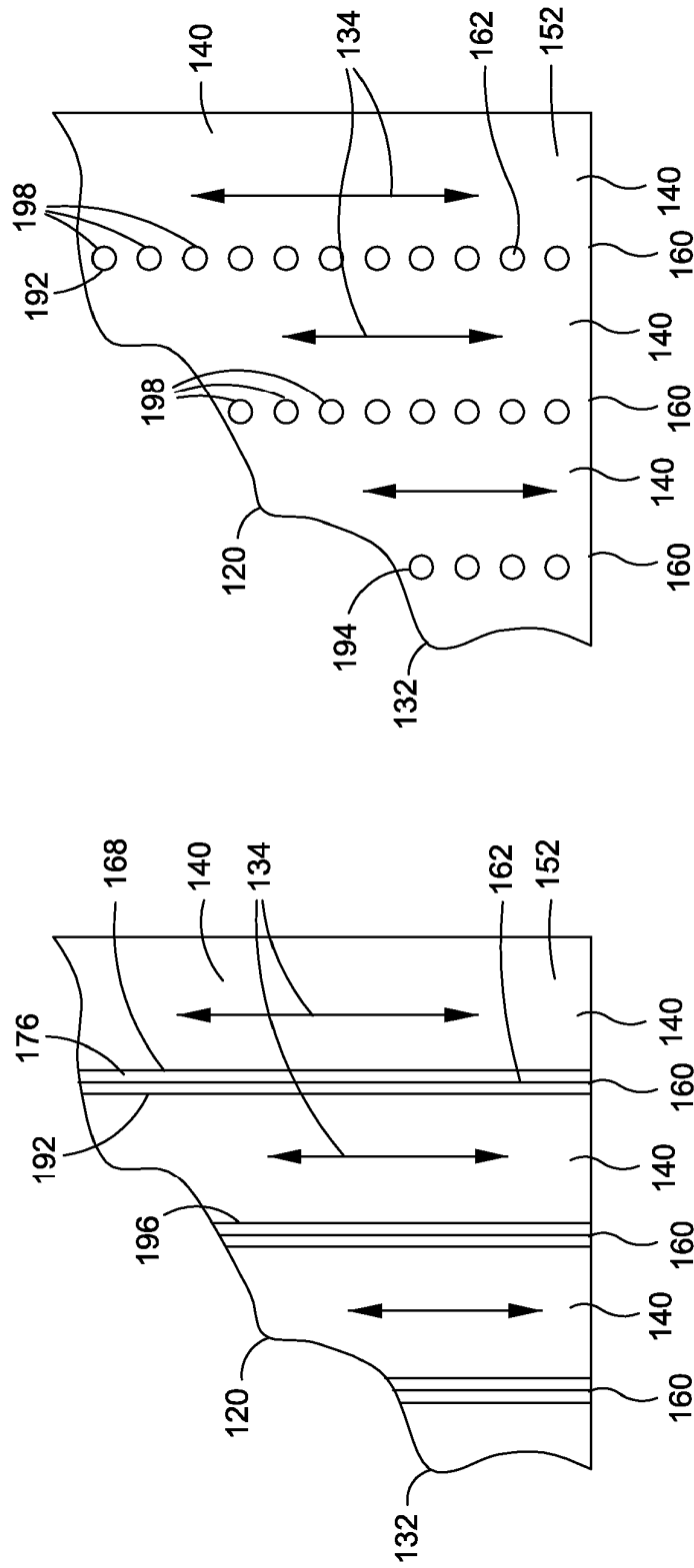


FIG. 7

FIG. 8

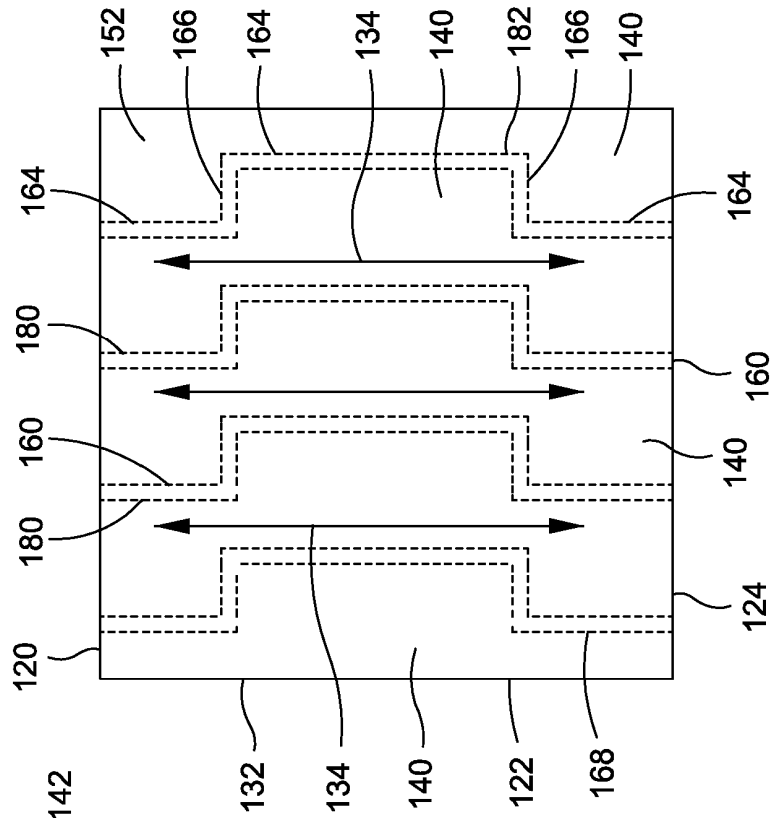
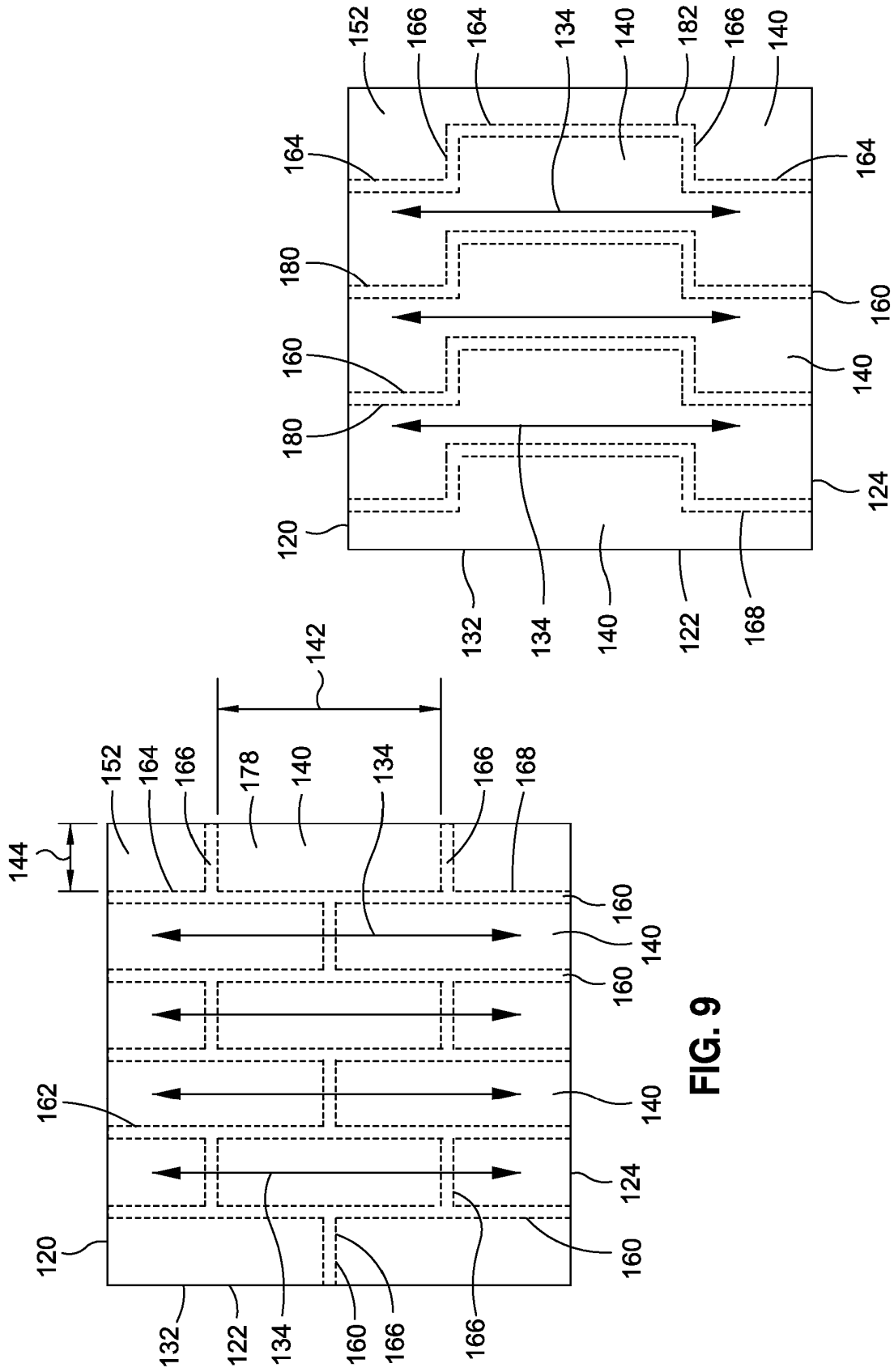


FIG. 10

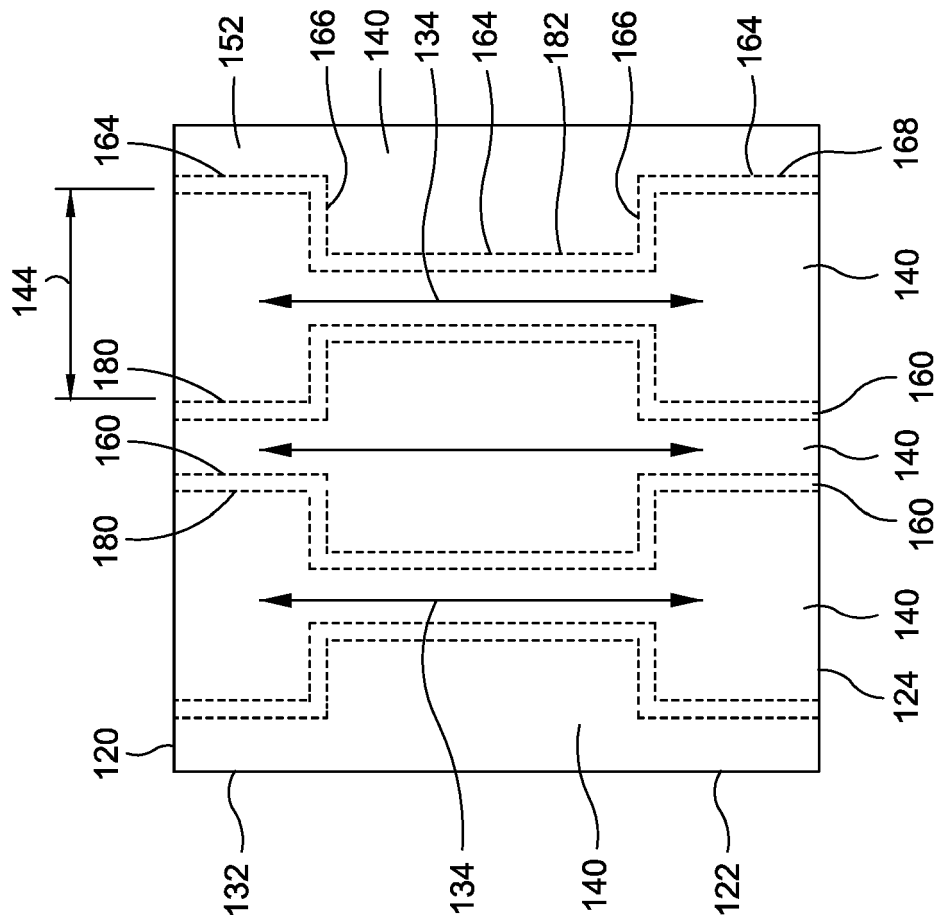
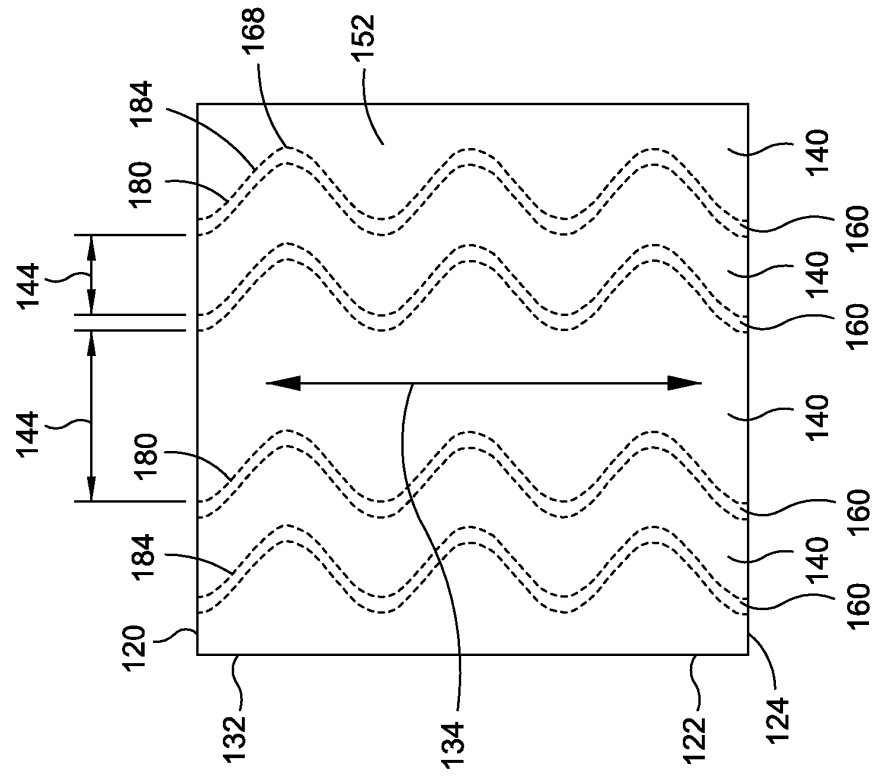
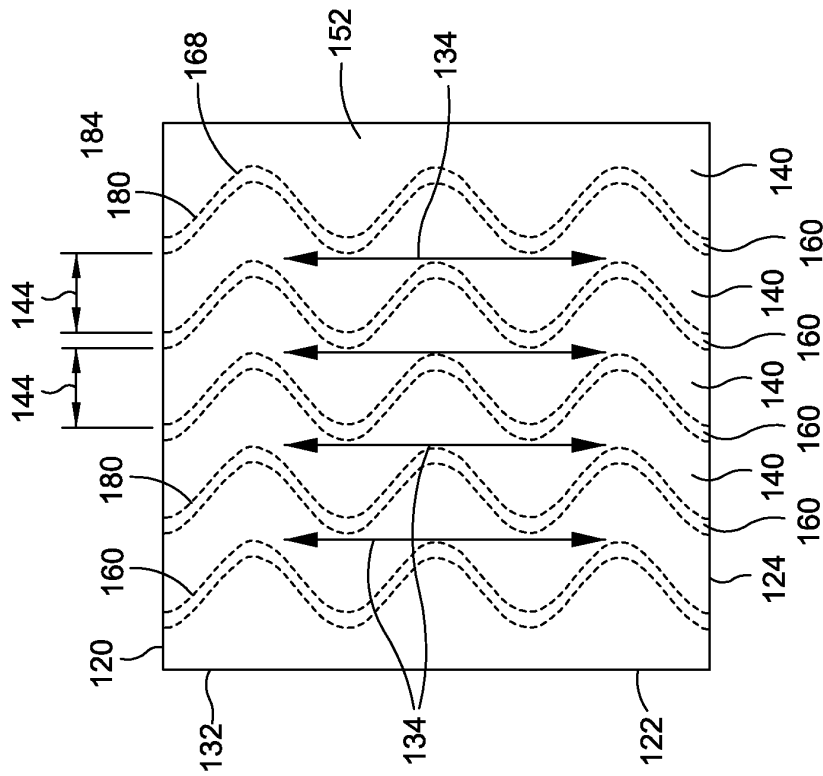


FIG. 11



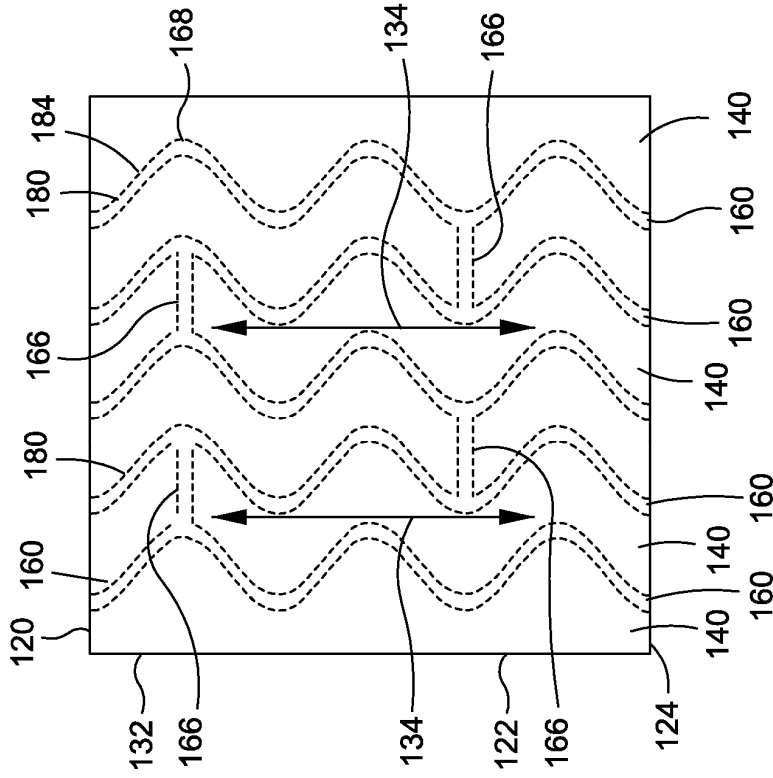


FIG. 14

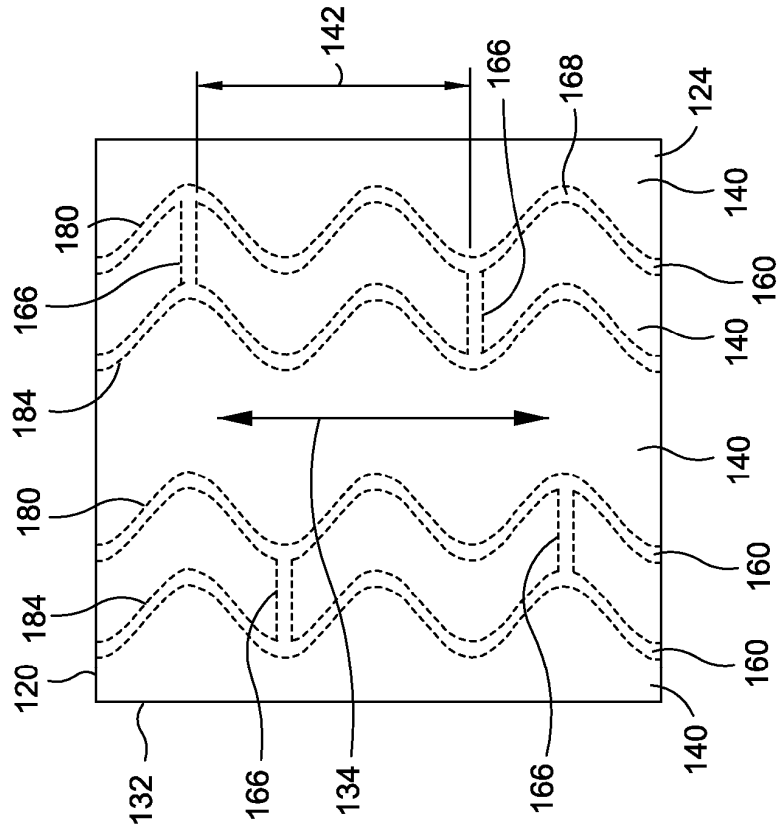


FIG. 15

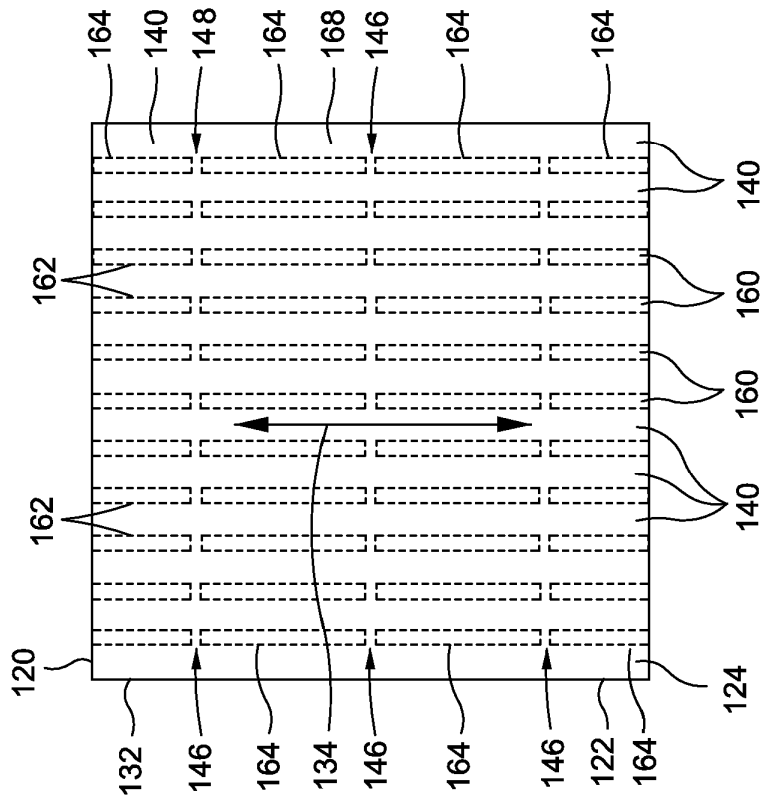


FIG. 16

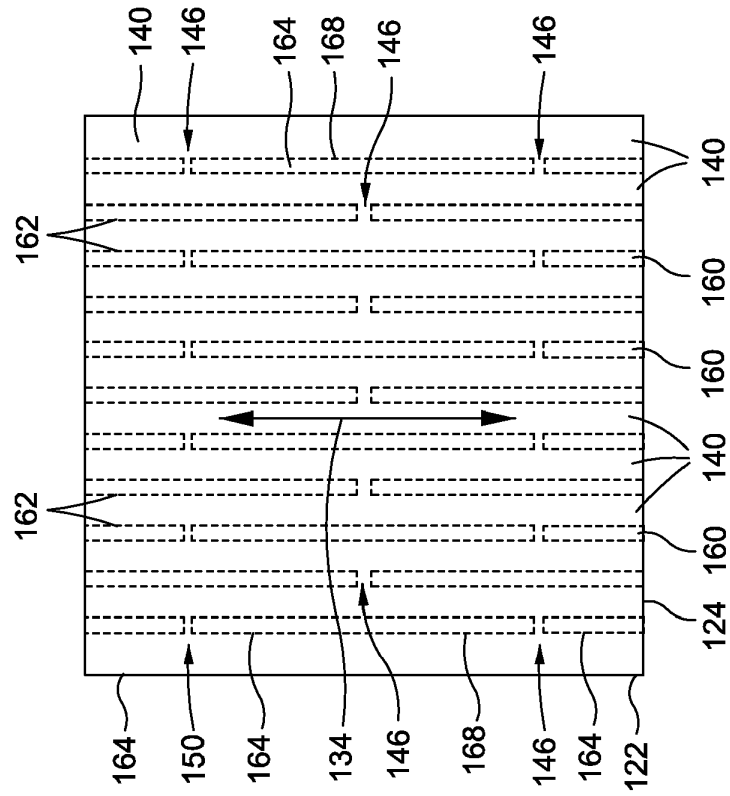


FIG. 17

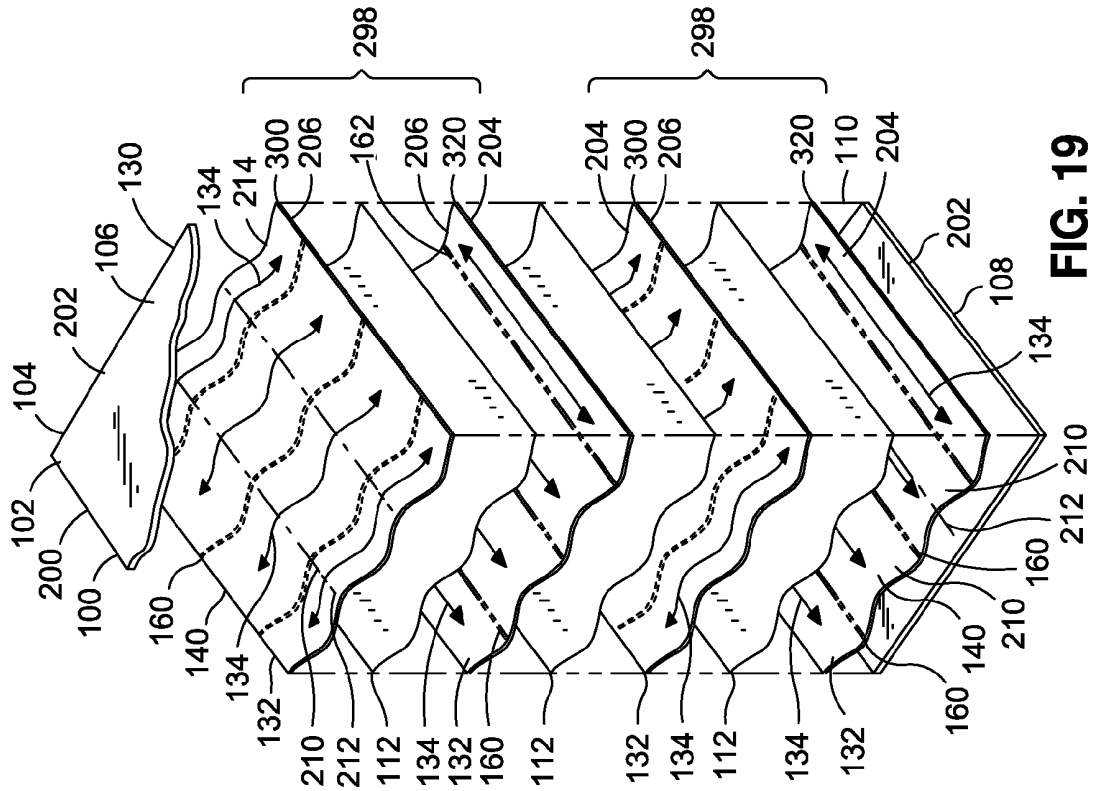


FIG. 19

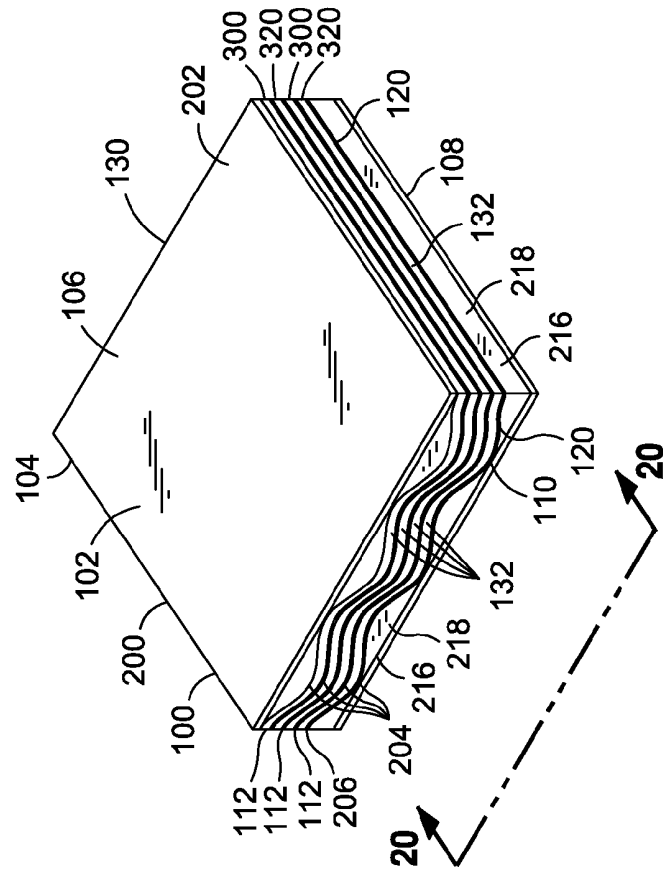


FIG. 18

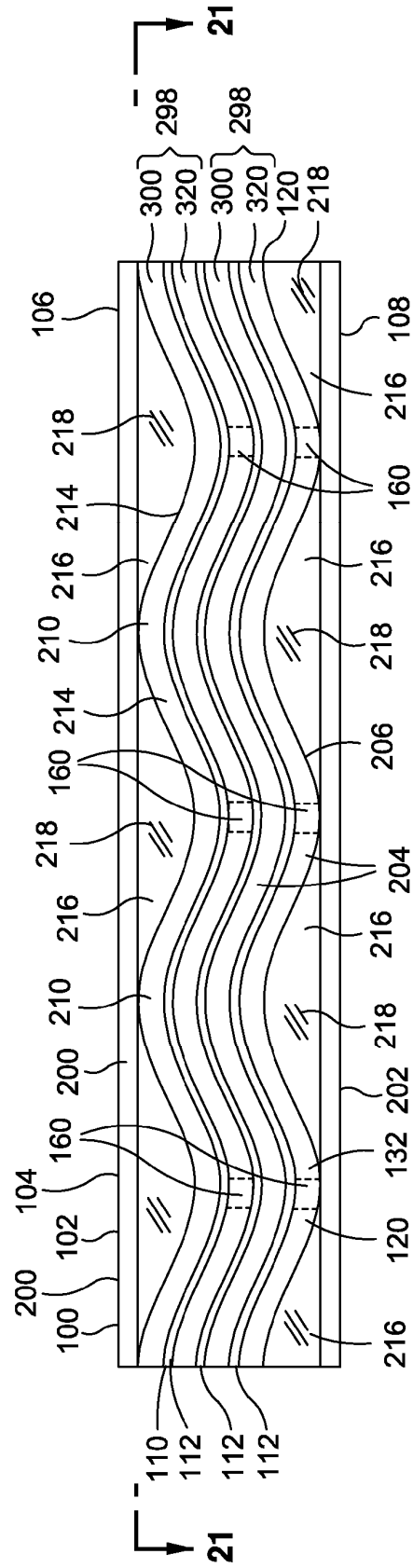


FIG. 20

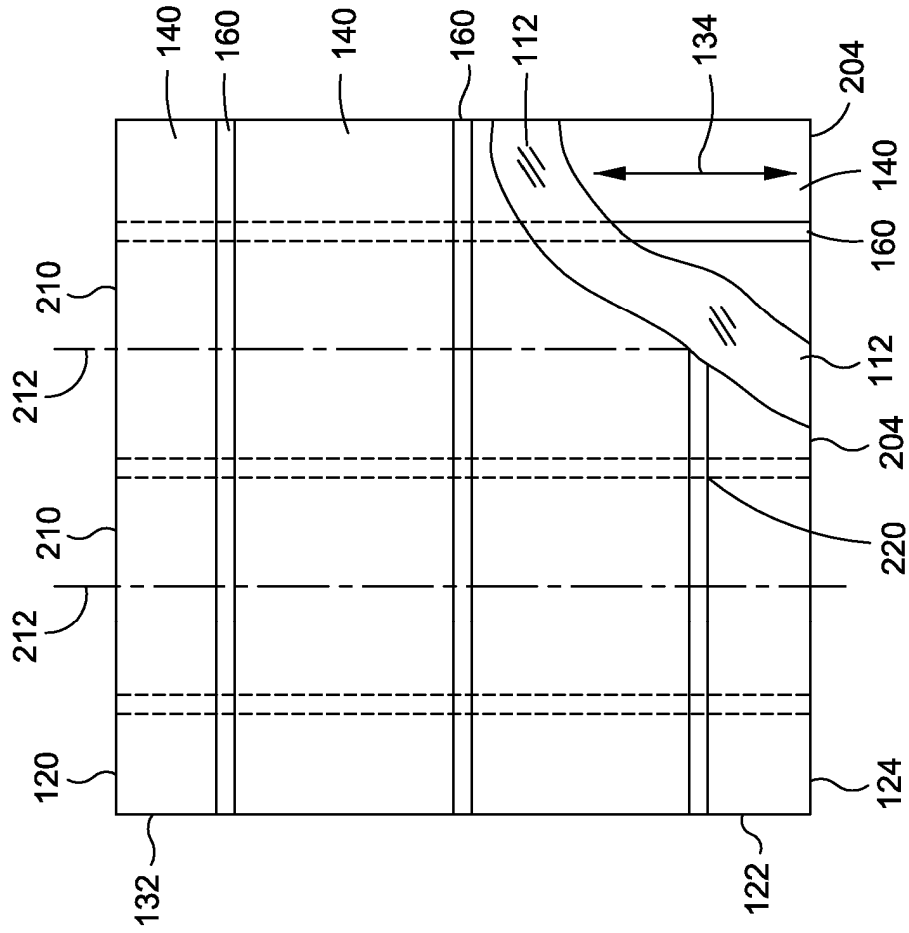


FIG. 21

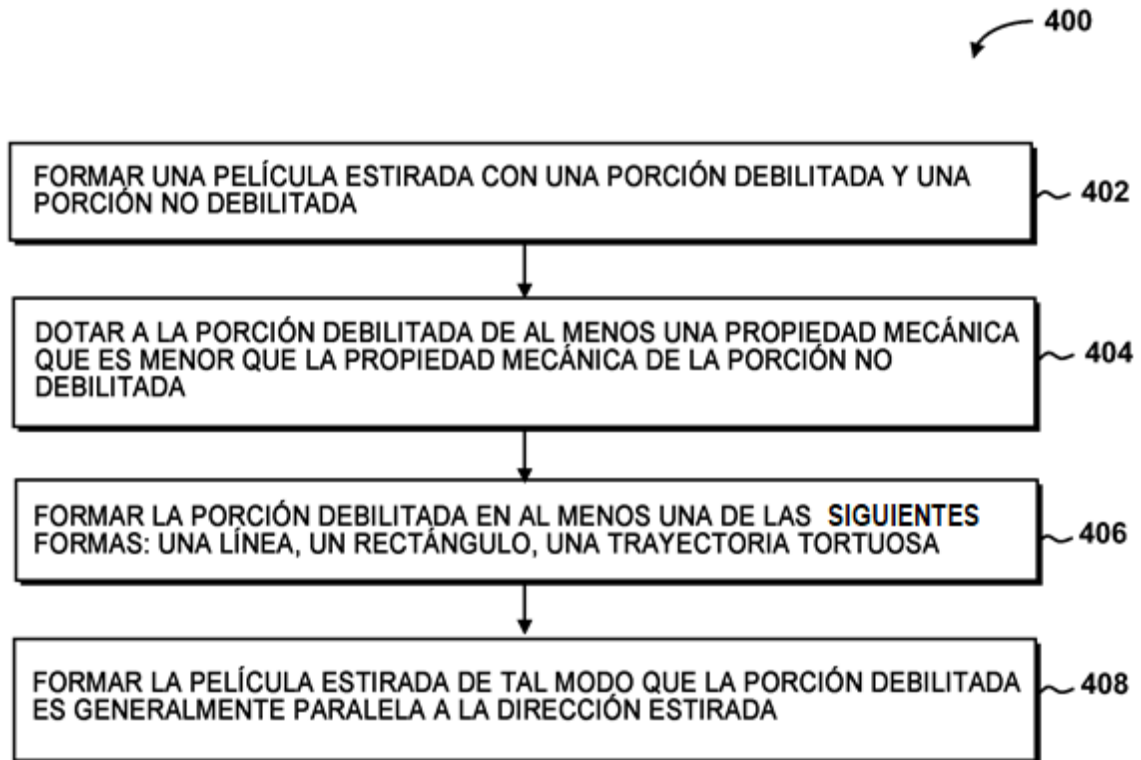


FIG. 22

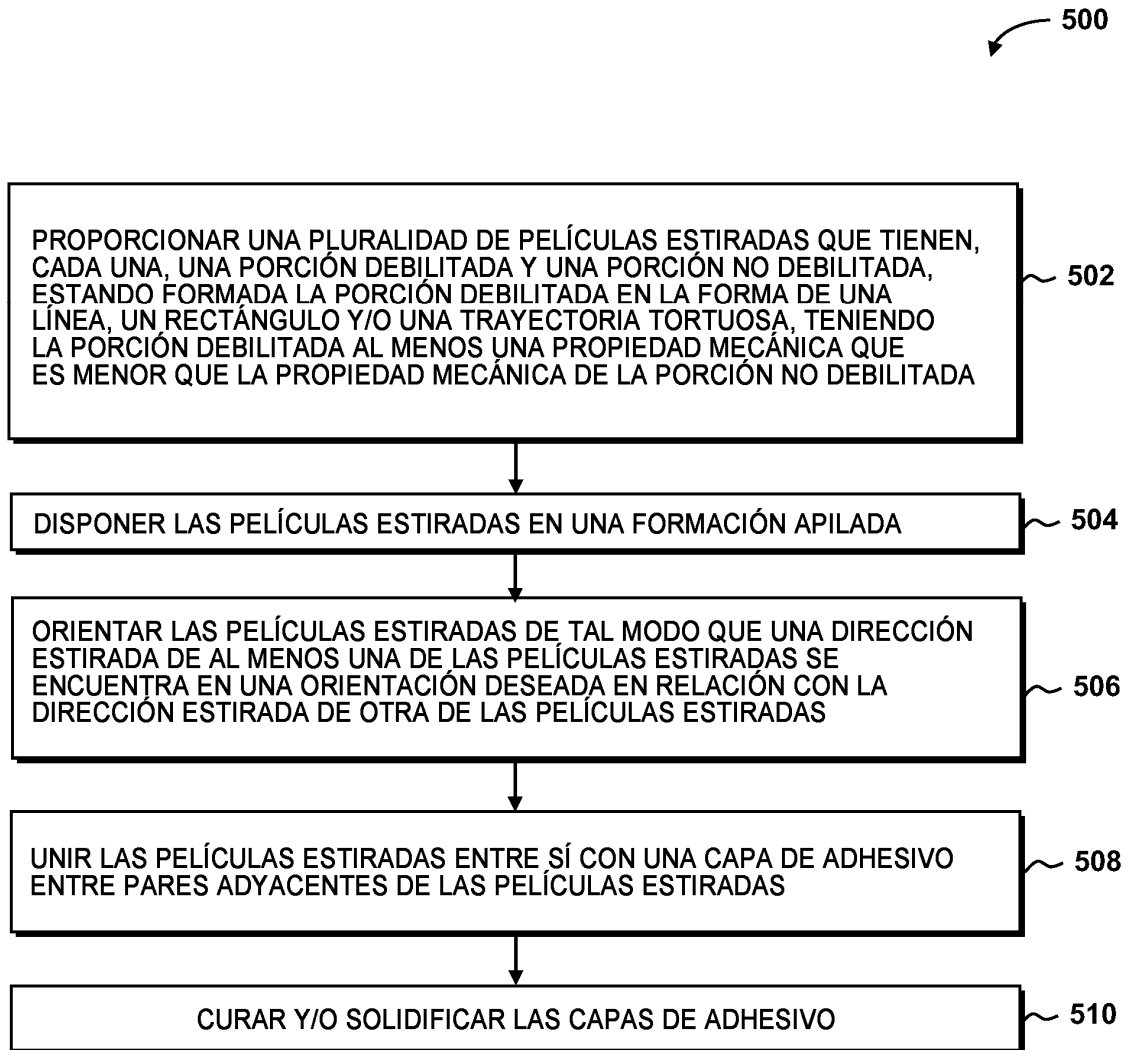


FIG. 23

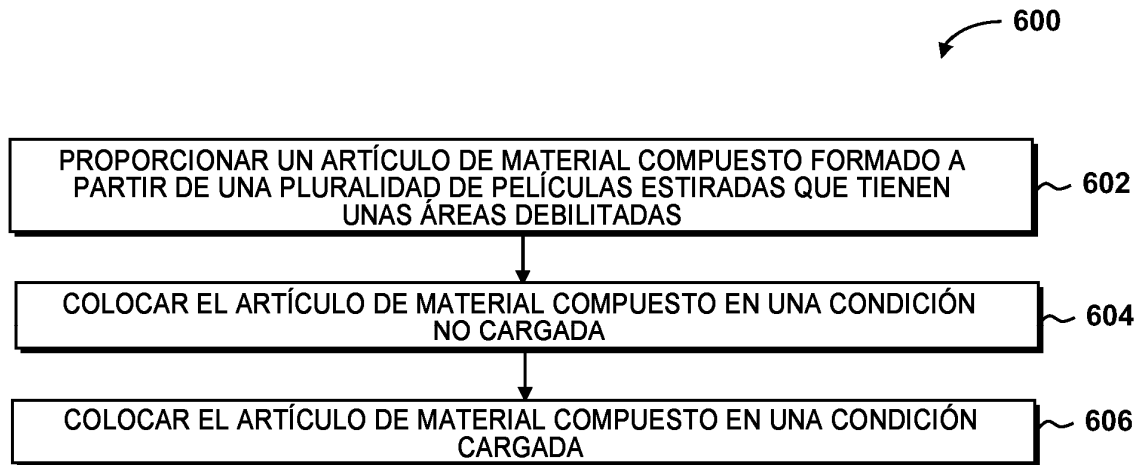


FIG. 24

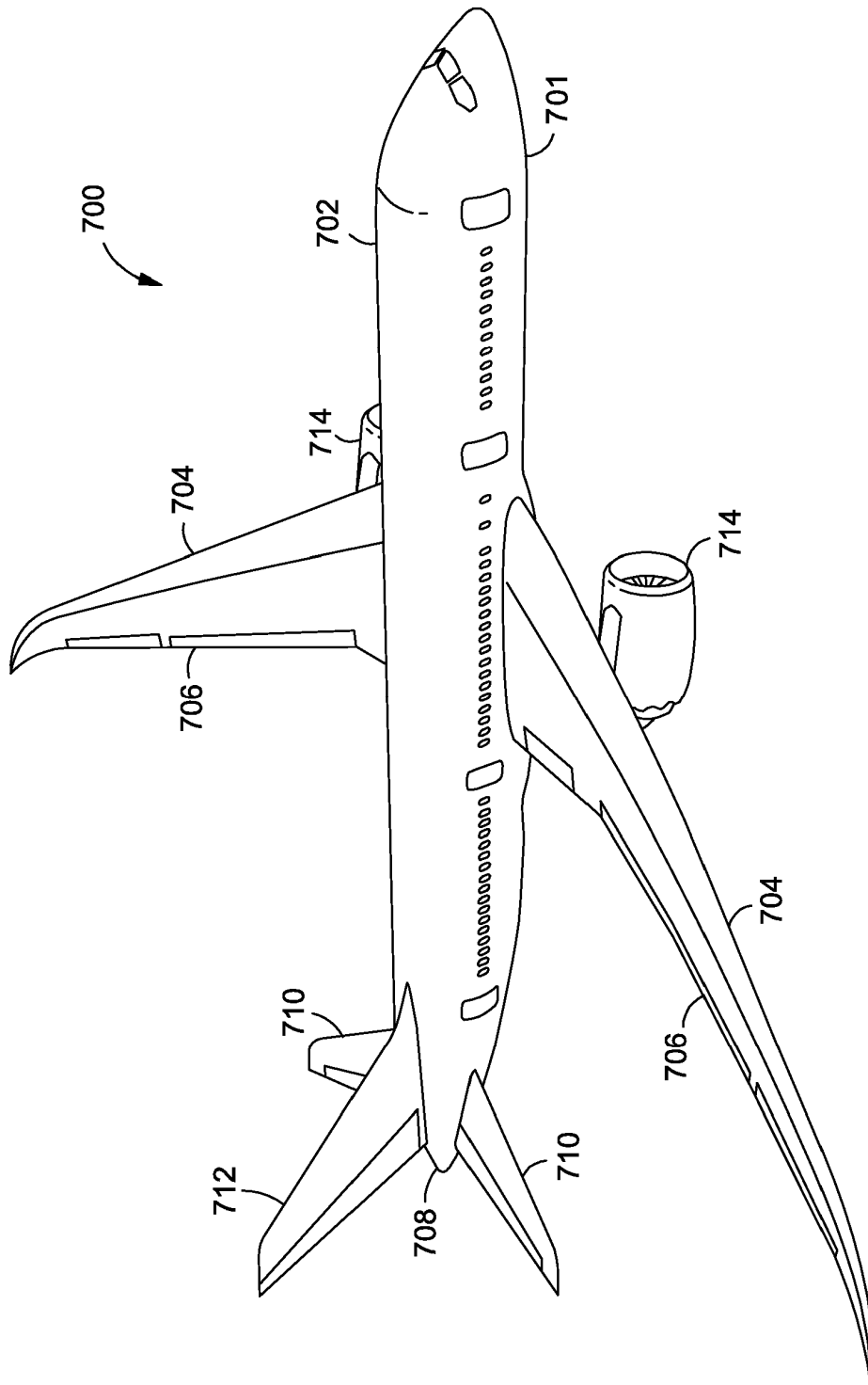


FIG. 25