

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 356**

51 Int. Cl.:

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 37/00 (2006.01)

B29C 33/40 (2006.01)

B29C 43/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2014 E 14175366 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 2821210**

54 Título: **Procesamiento de bolsas de vacío de piezas de material compuesto que utiliza un conjunto de bolsas de vacío conformables**

30 Prioridad:

02.07.2013 US 201313933368

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

28.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LOUIE, MICHAEL K.;
DULL, KENNETH M.;
AQUINO, TIMOTHY DAVID y
LATHROP, PHILIP KELLER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 733 356 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

Procesamiento de bolsas de vacío de piezas de material compuesto que utiliza un conjunto de bolsas de vacío conformables.

Información de antecedentes

5 **1. Campo:**

La presente divulgación se refiere, generalmente, al procesamiento de bolsas de vacío de piezas de material compuesto, y se refiere más particularmente a un método de embolsado al vacío que usa un conjunto de bolsa de vacío estirable que se conforma a las superficies contorneadas de las piezas.

2. Antecedentes:

10 Las piezas laminadas de material compuesto se pueden curar mediante autoclave o procesos fuera del autoclave. Estos procesos emplear, habitualmente, una combinación de calor y presión aplicada por una bolsa de vacío para compactar y consolidar la pieza. Se puede colocar un respiradero entre la pieza y la bolsa de vacío para permitir el escape de aire y sustancias volátiles del laminado, y, evitar de este modo, el atrapamiento no deseado de estos gases.

15 El curado de piezas de laminado de material compuesto y adhesivos que utilizan los procesos mencionados anteriormente presenta una serie de desafíos en los que una pieza tiene ciertas geometrías y/o contornos de superficie, tales como los radios interiores. Por ejemplo, los respiraderos pueden tener dificultades para conformarse a un radio interior en la pieza, lo que resulta en lo que, comúnmente, se denomina "puente", en el que el respiradero y la bolsa de vacío suprayacente sobre el área del radio. El puenteo puede tener el efecto no deseado de reducir la presión de compactación local que se aplica a la pieza. Una solución parcial al problema de acoplamiento, consiste en aplicar el respiradero en varias piezas que se colocan a mano individualmente alrededor de un contorno de superficie donde se pueden hacer acoplamientos. Alternativamente, el uso de material de respiradero en áreas de piezas contorneadas puede evitarse por completo, sin embargo, la ausencia de un respiradero en estas áreas puede limitar la capacidad del aire y los materiales compuestos volátiles para escapar del laminado. Los respiraderos de
20 piezas múltiples requieren mucha mano de obra para cortar e instalar, y dan como resultado un desecho de material. En algunas aplicaciones, la falta de un respiradero en las áreas de la pieza donde es probable que se haga un puente puede resultar en un respiradero inadecuado de estas áreas.

Otro desafío que se presenta en el procesamiento de piezas de bolsas de vacío con ciertas geometrías implica la colocación y el posicionamiento de la bolsa de vacío sobre el respiradero. Durante el proceso de embolsado, el material de la bolsa de vacío a granel se cubre sobre la pieza y se ajusta de manera flexible a la geometría general de la pieza. El proceso de embolsado resulta, generalmente, en acumulaciones locales de exceso de material de la bolsa en algunas áreas de la pieza. Este exceso de material de bolsa se recoge y se forma a mano en pliegues. A menudo es necesario formar meticulosamente estos pliegues en lugares precisos de la pieza para reducir el acoplamiento de los materiales del respiradero durante el curado. Por ejemplo, en el caso de una pieza que tenga
30 múltiples radios internos, un pliegue en el material de la bolsa debe formarse a mano en la ubicación exacta de cada uno de estos radios. La presencia de un pliegue de bolsa en un área de radio permite que la bolsa se expanda hacia el radio y mantenga la presión de compactación en el área de radio. Sin embargo, la necesidad de formar manualmente cada pliegue en el material de la bolsa requiere mucho tiempo y requiere mucho trabajo. Más aún, el uso de un pliegue de bolsa en un área radiada de la pieza puede no reducir el acoplamiento del material de respiradero en la medida deseada.

Por consiguiente, existe la necesidad de un método de procesamiento de la bolsa de vacío de piezas laminadas de material compuesto contorneadas que reduzcan o eliminen los acoplamientos no deseados de los materiales de la bolsa de vacío y reduzcan los costos de la mano de obra y los materiales. También es necesario un conjunto de bolsa de vacío que sea capaz de conformarse a los contornos de la superficie, tales como el radio interior de una
45 pieza, y que se pueda instalar rápida y fácilmente.

El documento US 4548859 según su resumen, menciona un material de respiradero/liberación y un método de recubrimiento de tejido con caucho de silicona. El material incluye un tejido foroso elástico, flexible, estirable que tiene una superficie principal acanalada. Un recubrimiento agujereado de material compuesto de liberación de caucho de silicona se forma en el tejido mediante un proceso de secado por contracción. El revestimiento se conforma a la configuración de la superficie acanalada y tiene orificios que generalmente coinciden con los orificios del tejido. La superficie acanalada se puede fijar a una capa impermeable con un adhesivo. Los pasajes formados por los nervios de la superficie y los orificios se mantienen abiertos al limitar la cantidad de adhesivo utilizado.

El documento WO 2005/118264 según su resumen, menciona una bolsa de vacío que se puede volver a utilizar sin

sello. La bolsa está configurada para la aplicación de unas perlas sellantes para proporcionar un sellado hermético al vacío de la bolsa de vacío a una herramienta de formación durante la fabricación de una pieza compuesta. La bolsa de vacío comprende al menos una capa elastomérica y una tira fluoroelastomérica. La capa elastomérica es sellable a la herramienta de formación y tiene una brida de sellado que se extiende periféricamente alrededor de ella. La tira fluoroelastomérica se extiende, sustancialmente, a lo largo de la brida de sellado y tiene una primera y una segunda superficies. La capa elastomérica y la tira fluoroelastomérica tienen, cada una, polímeros y un agente de curado con peróxido. El agente de curado con peróxido inicia la vulcanización, en la que los polímeros de cada material están reticulados a una temperatura elevada para formar enlaces de oxígeno doble, de manera que se forme un enlace permanente entre la brida de sellado y la tira fluoroelastomérica en la primera superficie. La tira fluoroelastomérica se adhiere de manera liberable en la segunda superficie a las perlas sellantes.

Sumario

Las realizaciones divulgadas proporcionan un método para el procesamiento de bolsas de vacío de piezas de laminado de material compuesto que reduce el tiempo de embolsado, la manipulación de las bolsas, los costos de mano de obra y el desecho de materiales. Las realizaciones emplean un conjunto de bolsa de vacío que se puede desplegar rápida y fácilmente y ajustarse de manera suelta sobre una pieza. La formación manual de pliegues de bolsa en lugares precisos de la pieza se elimina sustancialmente; en cambio, cualquier pliegue de bolsa que pueda necesitarse puede formarse en cualquier ubicación conveniente de la pieza. El conjunto de bolsa de vacío emplea una bolsa de vacío estirable fijada a un respiradero estirable de una pieza que es, sustancialmente, coextensivo con la bolsa de vacío. El uso de un respiradero de una pieza permite que todas las áreas de la pieza se cubran con material de respiradero, eliminando de este modo la necesidad de cortar y colocar con la mano los elementos individuales del respiradero. Cuando el autoclave y la presión de la bolsa de vacío se aplican junto con el calor durante el curado, el respiradero se estira y se ajusta a las características de la superficie de la pieza, tales como los radios interiores. La capacidad del respiradero para estirarse reduce, sustancialmente, o elimina el acoplamiento del respiradero que puede resultar en huecos y áreas de baja presión relacionadas debajo de la bolsa de vacío.

De acuerdo con una realización divulgada, se proporciona un método de procesamiento de la bolsa de vacío de una pieza compuesta que tiene al menos un contorno. El método comprende formar un conjunto de bolsa de vacío uniendo un respiradero estirable a una bolsa de vacío estirable, y sellando el conjunto de bolsa de vacío sobre la pieza compuesta. El conjunto de bolsa de vacío se estira para coincidir, sustancialmente, con el contorno de la pieza compuesta. La fijación del respiradero a la bolsa de vacío incluye la fijación del respiradero a la bolsa de vacío mediante parches adhesivos estirables dispuestos en una variedad regular similar a una matriz o tiras adhesivas discontinuas que están dispuestas irregularmente. El método puede comprender además formar al menos un pliegue en el conjunto de bolsa de vacío. El respiradero se puede fijar a la bolsa de vacío en lugares separados sobre el conjunto de bolsa de vacío. El proceso de fijación se puede realizar colocando una cinta adhesiva de doble respaldo entre el respiradero y la bolsa de vacío. El estiramiento del conjunto de bolsa de vacío incluye el estiramiento de la bolsa de vacío y el estiramiento del respiradero. El estiramiento de la bolsa de vacío y el estiramiento del respiradero se pueden realizar de manera, sustancialmente, simultánea. El estiramiento del respiradero incluye estirar la bolsa de vacío, sustancialmente, la misma cantidad que el estiramiento del estirador. El estiramiento del conjunto de bolsa de vacío se realiza dibujando un vacío en la bolsa de vacío y utilizando el vacío para estirar el respiradero. El paso de estiramiento también puede incluir el uso de presión de autoclave para estirar la bolsa de vacío contra el respiradero.

De acuerdo con un ejemplo adicional divulgado, se proporciona un método de autoclave que cura una pieza de laminado de material compuesto que tiene al menos una superficie de radio interior. Se coloca un respiradero estirable sobre la pieza laminada compuesta, y se coloca una bolsa de vacío estirable sobre el respiradero estirable. La bolsa de vacío estirable se sella sobre la pieza de laminado de material compuesto, y el respiradero se estira hacia abajo y se ajusta a la superficie del radio interior. La colocación del respiradero se puede realizar cubriendo, sustancialmente, toda la pieza con una única hoja de material de respiradero. El método también puede comprender fijar el respiradero a la bolsa de vacío antes de que la bolsa de vacío se selle sobre la pieza. El respiradero se puede fijar a la bolsa de vacío colocando tiras adhesivas entre el respiradero y la bolsa de vacío. El método puede comprender además formar al menos un pliegue en la combinación del respiradero y la bolsa de vacío en una ubicación diferente a la que está dentro de la superficie del radio interior. El sellado de la bolsa de vacío se puede realizar sellando la bolsa de vacío a una herramienta en la que se apoya la pieza. El estiramiento de la bolsa de vacío se puede realizar evacuando la bolsa de vacío y aplicando presión de autoclave a la bolsa de vacío.

De acuerdo con un ejemplo adicional divulgado, se proporciona un método de embolsado al vacío de una pieza que tiene un contorno. El método comprende combinar una bolsa de vacío estirable con un respiradero estirable, y estirar la combinación de la bolsa de vacío estirable y el respiradero estirable para que coincida, sustancialmente, con el contorno de la pieza. La combinación de la bolsa y el respiradero se realiza fijando la bolsa de vacío al respiradero. La fijación de la bolsa de vacío al respiradero se puede llevar a cabo colocando tiras de cinta adhesiva de doble respaldo entre la bolsa de vacío y el respiradero. El estiramiento se realiza vaciando la bolsa de vacío y aplicando presión de autoclave a la bolsa de vacío.

De acuerdo con otra realización divulgada, se proporciona un conjunto de bolsa de vacío que comprende una bolsa de vacío estirable y un respiradero estirable fijado a la bolsa de vacío estirable. El respiradero estirable se fija a la bolsa de vacío estirable mediante parches adhesivos estirables dispuestos en una variedad regular similar a una matriz o tiras adhesivas discontinuas que están dispuestas irregularmente. El conjunto de bolsa de vacío puede configurarse para formar al menos un pliegue durante el sellado del conjunto de bolsa de vacío sobre la pieza compuesta y está configurado para estirarse para que coincida, sustancialmente, con el contorno de la pieza compuesta. El respiradero puede ser una pieza, sustancialmente, única de material de respiradero y es, sustancialmente, coextensivo con la bolsa de vacío. El respiradero se puede fijar a la bolsa de vacío mediante un adhesivo, y puede comprender un material no tejido de peso relativamente ligero. El material no tejido puede ser un poliéster. El respiradero estirable es capaz de alargarse al menos aproximadamente el 50 %, y es poroso.

En un aspecto, se proporciona un método de procesamiento de una bolsa de vacío, teniendo una pieza compuesta al menos un contorno, que comprende: formar un conjunto de bolsa de vacío fijando un respiradero estirable a una bolsa de vacío estirable; sellar el conjunto de bolsa de vacío sobre la pieza compuesta; y estirar el conjunto de bolsa de vacío para que coincida, sustancialmente, con el contorno de la pieza compuesta; en el que la fijación del respiradero a la bolsa de vacío incluye la fijación del respiradero a la bolsa de vacío mediante parches adhesivos estirables dispuestos en una variedad regular similar a una matriz o tiras adhesivas discontinuas que están dispuestas irregularmente.

Opcionalmente, el método en el que se fija el respiradero a la bolsa de vacío incluye fijar el respiradero a la bolsa de vacío en lugares separados sobre el conjunto de bolsa de vacío.

Opcionalmente, el método en el que se fija el respiradero a la bolsa de vacío estirable se realiza colocando una cinta adhesiva de doble respaldo entre el respiradero y la bolsa de vacío.

Opcionalmente, el método en el que se estira el conjunto de bolsa de vacío incluye estirar la bolsa de vacío y estirar el respiradero.

Opcionalmente, el método en el que se estira la bolsa de vacío y se estira el respiradero se realizan de manera sustancialmente simultánea.

Opcionalmente, el método en el que se estira el respiradero incluye estirar la bolsa de vacío sustancialmente la misma cantidad que se estira el respiradero.

Opcionalmente, el método en el que se estira el conjunto de bolsa de vacío se realiza vaciando la bolsa de vacío, y utilizando la bolsa de vacío para estirar el respiradero.

Opcionalmente, el método en el que se estira el conjunto de bolsa de vacío incluye el uso de presión de autoclave para estirar la bolsa de vacío contra el respiradero.

Opcionalmente, el método incluye además formar al menos un pliegue del conjunto de bolsa de vacío.

Según un ejemplo útil para comprender la divulgación, se proporciona un método de autoclave para curar una pieza de laminado de material compuesto que tiene al menos una superficie de radio interior, que incluye colocar un respiradero estirable sobre la pieza de laminado de material compuesto; colocar una bolsa de vacío estirable sobre el respiradero estirable; sellar la bolsa de vacío estirable sobre la pieza de laminado de material compuesto; y estirar el respiradero hacia abajo y ajustarse a la superficie del radio interior.

Opcionalmente, el método en el que se coloca el respiradero incluye cubrir sustancialmente toda la pieza con una única hoja de material de respiradero.

Opcionalmente, el método incluye además fijar el respiradero a la bolsa de vacío antes de que la bolsa de vacío se selle sobre la pieza.

Opcionalmente, el método en el que se fija el respiradero a la bolsa de vacío se realiza colocando tiras adhesivas entre el respiradero y la bolsa de vacío.

Opcionalmente, el método comprende además formar al menos un pliegue en la combinación del respiradero y la bolsa de vacío en una ubicación diferente a la al menos una superficie de radio interior.

Opcionalmente, el método en el que se sella la bolsa de vacío se realiza sellando la bolsa de vacío a una herramienta en la que se apoya la pieza.

Opcionalmente, el método en el que se estira el respiradero se realiza evacuando la bolsa de vacío, y aplicando presión de autoclave a la bolsa de vacío.

5 Según otro ejemplo más de la invención, se proporciona un método de embolsado al vacío de una pieza que tiene un contorno, que incluye la combinación de una bolsa de vacío estirable con un respiradero estirable; y estira la combinación de la bolsa de vacío estirable y el respiradero estirable para que coincida, sustancialmente, con el contorno de la pieza.

Opcionalmente, el método en el que se combina la bolsa de vacío con el respiradero se realiza uniendo la bolsa de vacío al respiradero.

10 Opcionalmente, el método en el que se fija la bolsa de vacío al respiradero se realiza colocando tiras de cinta adhesiva de doble respaldo entre la bolsa de vacío y el respiradero.

Opcionalmente, el método en el que el estiramiento se realiza vaciando la bolsa de vacío, y aplicando presión de autoclave a la bolsa de vacío.

15 En otro aspecto, se proporciona un conjunto de bolsa de vacío que comprende: una bolsa de vacío estirable; y un respiradero estirable fijado a la bolsa de vacío estirable; en el que el respiradero estirable está fijado a la bolsa de vacío estirable mediante parches adhesivos estirables dispuestos en una variedad regular similar a una matriz o tiras adhesivas discontinuas que están dispuestas irregularmente.

Opcionalmente, el conjunto de bolsa de vacío en el que el respiradero es sustancialmente una pieza única de material de respiradero y es, sustancialmente, coextensivo con la bolsa de vacío.

20 Opcionalmente, el conjunto de bolsa de vacío en el que el respiradero estirable es un material no tejido de peso relativamente ligero.

Opcionalmente, el conjunto de bolsa de vacío en el que el material no tejido es un poliéster.

Opcionalmente, el conjunto de bolsa de vacío en el que el respiradero estirable es capaz de alargarse de al menos aproximadamente el 50 %.

Opcionalmente, el conjunto de bolsa de vacío en el que el respiradero estirable es poroso.

25 Las características, funciones y ventajas pueden lograrse independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en otras realizaciones en las que se pueden ver detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

30 Las características novedosas que se consideran características de las realizaciones ilustrativas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. En las realizaciones ilustradas, no obstante, así como un modo de uso preferente, los objetivos adicionales y ventajas de las mismas, se entenderán mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa de la presente divulgación cuando se lea junto con los dibujos adjuntos, en los que:

35 La figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de un revestimiento de material compuesto reforzado con largueros de material compuesto unidos conjuntamente.

La figura 2 es una ilustración de una vista en sección transversal de un larguero y revestimiento de material compuesto unidos conjuntamente, un conjunto de bolsa de vacío estirable que se ha cubierto, inicialmente, sobre el larguero y el revestimiento en preparación para el curado.

40 La figura 3 es una ilustración de una vista en despiece ordenado de una realización del conjunto de bolsa de vacío estirable que se muestra en la figura 2.

La figura 4 es una ilustración de una vista en planta de las realizaciones del conjunto de bolsa de vacío estirable mostrado en la figura 3.

La figura 4A es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 4A-4A en la figura 4.

La figura 5 es una ilustración similar a la figura 4, pero muestra un ejemplo útil para comprender la divulgación.

La figura 6 es una ilustración similar a la figura 4, pero que muestra una realización adicional del conjunto de bolsa de vacío estirable.

La figura 7 es una ilustración similar a la figura 2, pero muestra que el conjunto de bolsa de vacío se ha ajustado holgadamente sobre el larguero y el revestimiento y se ha sellado a la herramienta.

- 5 La figura 7A es una ilustración del área indicada como figura 7A en la figura 7, estando la posición estirada del respiradero indicada en líneas discontinuas.

La figura 8 es una ilustración similar a la figura 7, pero muestra el conjunto de la bolsa de vacío que se ha estirado hacia abajo sobre el larguero y el revestimiento.

- 10 La figura 9 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de embolsado al vacío que emplea un conjunto de bolsa de vacío estirable.

La figura 10 es una ilustración de un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio.

La figura 11 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

- 15 Haciendo referencia a la Figura 1, las realizaciones divulgadas se refieren al procesamiento de bolsas de vacío de piezas de laminado de material compuesto, tal como un revestimiento 28 de material compuesto endurecido por los largueros 20 de material compuesto. Los largueros 20 y el revestimiento 28 se unen conjuntamente mediante un adhesivo de unión (no mostrado), sin embargo, son posibles otras técnicas de fijación que requieren el embolsado al vacío, incluyendo las que utilizan procesos de autoclave o no autoclave. En la realización ilustrada, cada uno de los largueros 20 tiene una sección transversal en forma de "I", que comprende tapas superior e inferior 22, 24, respectivamente, conectadas por una banda 26. Son posibles otras formas de largueros de sección transversal, que incluyen pero no se limitan a "C", "Z", "L", "J" y formas de "sombbrero". Los largueros 20 y el revestimiento 28 de material compuesto son meramente ilustrativos de una amplia gama de piezas de material compuesto que tienen uno o más contornos que pueden procesarse utilizando un conjunto de bolsa de vacío según las realizaciones descritas a continuación.

- 25 Ahora se dirige la atención a la figura 2 que ilustra un conjunto de pieza 35 colocado en una herramienta 30 en preparación para el curado, que puede incluir el procesamiento en un autoclave (no mostrado). El conjunto de la pieza 35 comprende un larguero 20 de material compuesto en forma de I y un revestimiento 28 de material compuesto unidos por un adhesivo a lo largo de una línea de unión 45. El larguero 20 incluye cuatro radios internos 32 respectivamente ubicados en las uniones entre las tapas 22, 24 y la banda 26. Una película de liberación 34 adecuada se coloca en el revestimiento 28 en ambos lados de la tapa inferior 24. Se coloca un respiradero de borde 36 en la herramienta 30, rodeando el conjunto de la pieza 35.

- 35 Un conjunto de bolsa de vacío 40 conformable se cubre, inicialmente, sobre el conjunto de pieza 35, y posteriormente se ajusta de manera suelta a la geometría del conjunto de pieza 35 como se explicará más adelante en relación con la figura 7. El conjunto de bolsa de vacío 40 comprende un exterior, flexible, bolsa de vacío 42 estirable fijada a un respiradero 44 estirable interior. Los bordes externos 40a de la bolsa de vacío 42 pueden extenderse más allá del respiradero 44 para permitir que los bordes externos 40a se sellen a la herramienta 30. El conjunto de bolsa de vacío 40 puede proporcionarse como un kit en el que la bolsa de vacío 42 esté fijada previamente al respiradero 44. La fijación de la bolsa de vacío 42 al respiradero 44 facilita el proceso de embolsado, y puede ahorrar tiempo en las piezas de embolsado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en otras realizaciones y aplicaciones de las mismas, puede ser posible usar una bolsa de vacío 42 estirable y un respiradero 44 estirable que no estén fijados entre sí, y que se instalen por separado sobre las piezas 20, 28.

- 45 La bolsa de vacío 42 puede estar formada de cualquier material adecuado tal como, sin limitación, silicona o nailon. El respiradero 44 puede comprender, por ejemplo y sin limitación, una hoja de una pieza de material de respiradero poroso capaz de estirarse y alargarse. En una realización, el respiradero 44 estirable puede ser capaz de alargar al menos aproximadamente el 50 %. La bolsa de vacío 42 y el respiradero 44 pueden ser, sustancialmente, del mismo tamaño y forma, es decir, coextensivos, excepto que los bordes exteriores 40a de la bolsa de vacío 42 pueden extenderse ligeramente más allá del respiradero 44. En otras realizaciones, no obstante, el respiradero 44 puede estar formado por múltiples piezas (no mostradas) de material de respiradero estirable, cada una de las cuales está fijada a la bolsa de vacío 42. Como se explicará a continuación con más detalle, la capacidad del respiradero 44 estirable para alargarse durante el proceso de curado permite que el respiradero 44 se estire y sea arrastrado contra las superficies contorneadas de las piezas, y reduce sustancialmente o elimina el acoplamiento del respiradero.

Tanto la bolsa de vacío 42 como el respiradero 44 pueden ser relativamente delgados y ligeros para mejorar su

capacidad para adaptarse a las características contorneadas del conjunto de la pieza 35, tales como, por ejemplo, los radios internos 32. En una realización adecuada para el procesamiento del conjunto de pieza 35, por ejemplo, la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44 pueden alargarse cada uno durante el estiramiento de los mismos al menos aproximadamente el 50%. El respiradero 44 puede comprender, por ejemplo y sin limitación, un material de fibra de poliéster de denier mezclado no tejido. Habitualmente, la bolsa de vacío 42 puede estar formada por materiales tales como un nylon flexible o silicona flexible, capaz de alargarse más que el respiradero 44.

En aplicaciones donde la bolsa de vacío 42 es capaz de estirarse más que el respiradero 44, el grado en que el conjunto de bolsa de vacío 40 puede estirarse para adaptarse a los contornos de la superficie de la pieza puede estar limitado por la capacidad del respiradero 44 para estirarse. El grosor y el peso de cada una de la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44, así como su capacidad para estirarse y alargarse, dependerán de la aplicación particular. En una aplicación habitual, por ejemplo y sin limitación, en la que los largueros 20 de material compuesto en forma de I se unieron conjuntamente con un revestimiento 28 de material compuesto, y la bolsa de vacío se procesó dentro de un autoclave durante el curado, se obtuvieron resultados adecuados utilizando una bolsa de vacío de nylon que tiene un grosor de 0,0762 mm y un respiradero de poliéster 44 no tejido de una pieza, con un peso de aproximadamente 67,81 g/m² y es capaz de alargarse al menos aproximadamente el 50 %.

Haciendo referencia ahora a las figuras 3, 4 y 4A, la bolsa de vacío 42 está fijada al respiradero 44, en ubicaciones seleccionadas y separadas a lo largo de estas superficies 42a, 42b. Sin embargo, en algunas realizaciones, puede ser posible fijar la bolsa de vacío 42 al respiradero 44, sustancialmente, a través de todas sus superficies 42a, 42b. En el ejemplo mostrado en la figura 3, las superficies de apoyo 42a, 44a están fijadas por parches 54 adhesivos estirables que pueden comprender cualquier adhesivo estirable adecuado, tal como, sin limitación, una película 56 elástica que tiene capas de adhesivo 58, 60 elástico en lados opuestos de las mismas, a veces se denomina cinta adhesiva de doble respaldo. Como se ve mejor en la figura 4, los parches de adhesivo están dispuestos en una variedad regular, similar a una matriz, y pueden estar separados entre sí una distancia preseleccionada. En un ejemplo útil para comprender la divulgación, los parches 54 adhesivos pueden no estar dispuestos regularmente, o distribuidos uniformemente, y pueden estar separados entre sí a distancias variables.

La figura 5 ilustra un ejemplo útil para comprender la divulgación del conjunto de bolsa de vacío 40 en el que la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44 están fijados por tiras 64 adhesivas continuas que generalmente son paralelas y están separadas entre sí a distancias regulares. En una realización mostrada en la figura 6, la bolsa de vacío 42 está fijada al respiradero 44 mediante tiras adhesivas discontinuas 66 que están dispuestas irregularmente. Se puede usar una amplia variedad de otras técnicas, que incluyen pero no se limitan a la soldadura, para fijar o pegar la bolsa de vacío 42 al respiradero 44, dependiendo de la aplicación. Los factores que afectan la elección de la técnica de fijación pueden incluir, sin limitación, el tamaño de la pieza que se va a cubrir, los espesores y el peso de la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44, y los materiales de los cuales son fabricados la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44.

Se debe tener en cuenta que, para simplificar la ilustración y la descripción, las figuras 3-6 muestran que la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44 tienen el mismo tamaño. En aplicaciones prácticas, no obstante, los bordes exteriores 40a (véase la figura 2) de la bolsa de vacío 42 se extenderán ligeramente más allá del respiradero 44 para permitir que la bolsa de vacío 42 se selle directamente a la herramienta 30 mediante una cinta selladora 38 u otro sello similar.

Haciendo referencia ahora a las figuras 7 y 7A, después de que el conjunto de bolsa de vacío 40 se haya cubierto sobre el conjunto de pieza 35 como se muestra en la figura 2, el conjunto de bolsa de vacío 40 se ajusta holgadamente alrededor de las características del conjunto de pieza 35, tales como las tapas 22, 24, la banda 26 y el revestimiento 28. Este proceso de ajuste se puede llevar a cabo manualmente ajustando a mano y presionando el conjunto de bolsa de vacío 40 contra el conjunto de la pieza 35.

Dependiendo de la aplicación, no obstante, puede ser posible usar mecanismos o herramientas (no mostrados) para al menos parcialmente llevar a cabo el proceso de ajuste. En algunas aplicaciones, dependiendo de la geometría de la pieza, el proceso de ajuste puede resultar en la acumulación de exceso de material del conjunto de bolsa de vacío. Este exceso de material puede reunirse y formarse en uno o más pliegues 52 en cualquier lugar alrededor del conjunto de la pieza 35. No es necesario ubicar los pliegues 52 en el radio interior 32. En el ejemplo ilustrado, los pliegues 52 se han formado a lo largo de las bandas 26. En otras aplicaciones, puede que no sea necesario formar pliegues 52 en el conjunto de bolsa de vacío 40. En las áreas del conjunto de la pieza 35 que tienen ciertos contornos de superficie, tales como los radios internos 32, el ajuste del conjunto de bolsa de vacío 40 puede dar lugar a cierto grado de acoplamiento 46 del conjunto de la bolsa de vacío 40 sobre estas áreas durante el proceso de ajuste inicial.

Una vez que el conjunto de bolsa de vacío 40 se ha ajustado holgadamente sobre el conjunto de la pieza 35 como se describió anteriormente, los bordes exteriores 40a del conjunto de bolsa de vacío 40 se sellan a la herramienta 30 mediante los sellos 38 que pueden comprender una cinta selladora de la bolsa de vacío convencional, formando una cámara de vacío 33 que rodea el conjunto de la pieza 35. El conjunto de la pieza con bolsa de vacío 35 se puede colocar luego en un autoclave (no mostrado), y el conjunto de bolsa de vacío 40 se acopla con una fuente de vacío

adecuada (no mostrada) que evacua y vacía dentro del conjunto de bolsa de vacío 40. El autoclave también aplica calor y presión al conjunto de pieza 35.

Haciendo referencia ahora, particularmente, a las figuras 7A y 8, la presión del autoclave externo 55 junto con la presión de vacío interna 53, aspira el conjunto de bolsa de vacío 40 hacia abajo contra el conjunto de la pieza 35 calentada, compactando y comprimiendo de este modo las piezas de laminado. Inicialmente, la presión de vacío interno 53 dentro de la bolsa de vacío 42 estira y aspira tanto la bolsa de vacío 42 como el respiradero 44 hacia abajo contra el conjunto de la pieza 35, ajustándose, generalmente, a la geometría de las piezas. La presión de autoclave 55 aplicada combinada con la presión de vacío 53 dentro del conjunto de bolsa de vacío 40 estira 48 tanto la bolsa de vacío 42 como el respiradero 44 en el área del radio interior 32, empujando y arrastrando, simultáneamente, la porción de puente 46 hacia el radio interior 32 y contra el conjunto de la pieza 35. La bolsa de vacío 42 y el respiradero 44 se estiran la misma cantidad, y se estiran de manera sustancialmente simultánea a medida que el conjunto de bolsa de vacío 40 se arrastra hacia el interior del radio 32. En aplicaciones donde la bolsa de vacío 42 está formada por un material que es capaz de estirarse más que el respiradero 44, la capacidad del conjunto de bolsa de vacío 42 se ajusta a los contornos de la superficie del conjunto de pieza 35, tales como los radios internos 32, puede estar limitada por el grado en que el respiradero 44 es capaz de estirarse y alargarse. El calor suministrado por el autoclave suaviza tanto la bolsa de vacío 42 como el respiradero 44, mejorando su capacidad para estirarse 48. Aunque el método ilustrado de la bolsa de vacío y el conjunto de la bolsa de vacío 40 se han descrito en una aplicación que usa un autoclave, es posible que se puedan usar para procesar piezas de material compuesto utilizando técnicas de curado fuera del autoclave.

La figura 9 ilustra ampliamente las etapas de un método de embolsado al vacío que emplea un conjunto de bolsa de vacío 40 estirable del tipo descrito anteriormente. En la etapa 68 se proporciona una bolsa de vacío 42 estirable, y en la etapa 70, se proporciona un respiradero 44 estirable. Cada una de la bolsa de vacío 42 y el respiradero 44 pueden cortarse a un tamaño y forma deseados a partir de materiales a granel. En 72, se forma un conjunto de bolsa de vacío 40 fijando el respiradero 44 estirable a la bolsa de vacío 42 estirable, tal como se ha descrito anteriormente, utilizando cualquiera de las diversas técnicas de fijación. En 74, una o más piezas 20, 28 de material compuesto están cubiertas por el conjunto de bolsa de vacío 40 que luego se sella, formando una cámara de bolsa de vacío 33 alrededor de las piezas 20, 28.

En la etapa 76, el conjunto de bolsa de vacío 40 se estira para coincidir, sustancialmente, con los contornos de la superficie de las piezas de material compuesto 20, 28, por ejemplo, los radios internos 32. El estiramiento del conjunto de bolsa de vacío 40, incluido el estiramiento del respiradero 44, de esta manera permite que tanto la bolsa de vacío 42 como el respiradero 44 se ajusten a los contornos de la superficie de las piezas 20, 28 de material compuesto. Este estiramiento se logra usando una combinación de calor y presión de vacío interna 53, ayudada por la presión de autoclave externa 55.

Las realizaciones de la divulgación pueden encontrar uso en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, que incluyen, por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, marítimas, automotrices y otras aplicaciones en las que las piezas se procesan utilizando bolsas de vacío para comprimir o consolidar las piezas. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 10 y 11, las realizaciones de la divulgación se pueden usar en el contexto de un método de fabricación y servicio de aeronave 78 como se muestra en la figura 10 y una aeronave 80 como se muestra en la figura 11. Las aplicaciones de aeronave de las realizaciones divulgadas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, el curado de una pieza de laminado de material compuesto, o el curado o la unión conjunta de piezas de material compuesto. Por ejemplo, las realizaciones divulgadas se pueden utilizar para procesar la bolsa de vacío los largueros de material compuesto de unión conjunta con un revestimiento de material compuesto. Durante la producción previa, el método 78 ejemplar puede incluir la especificación y el diseño 82 de la aeronave 80 y la adquisición de material 84. Durante la producción, se lleva a cabo la fabricación de componentes y subconjunto 86 y la integración del sistema 88 de la aeronave 80. De ahí en adelante, la aeronave 80 puede pasar por la certificación y entrega 80 para ser puesta en servicio 92. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 80 está programada para el mantenimiento de rutina y el servicio 94, que también puede incluir modificación, reconfiguración, remodelación, y así sucesivamente.

Cada uno de los procesos del método 78 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operario (por ejemplo, un cliente). Para los propósitos de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de proveedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, una compañía de arrendamiento, una entidad militar, una organización de servicio, y así sucesivamente.

Tal y como se muestra en la figura 11, la aeronave 80 producida por el método 78 ejemplar puede incluir un fuselaje 96 con una pluralidad de sistemas 98 y un interior 100. Ejemplos de sistemas de alto nivel 98 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 102, un sistema eléctrico 104, un sistema hidráulico 106 y un sistema ambiental 108. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación se pueden aplicar a otras industrias, como las industrias marítimas y automotrices.

5 Los sistemas y métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante una o más de las etapas del método de producción y servicio 78. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 86 pueden fabricarse o elaborarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras el avión 80 está en servicio. También, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de las mismas pueden utilizarse durante las etapas de producción 86 y 88, por ejemplo, al acelerar, sustancialmente, el conjunto o reducir el costo de una aeronave 80. De manera similar, una o más realizaciones de aparatos, realizaciones del método o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras la aeronave 80 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y el servicio 94.

10 Tal y como se usan en el presente documento, la frase "al menos uno", cuando se usa con una lista de elementos, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados y solo se necesita uno de cada elemento de la lista. Por ejemplo, "al menos uno del elemento A, el elemento B y el elemento C" puede incluir, sin limitación, el elemento A, el elemento A y el elemento B, o el elemento B. Este ejemplo también puede incluir el elemento A, el elemento B y el elemento C o el elemento B y el elemento C. El elemento puede ser un objeto, cosa o categoría en particular. En otras palabras, al menos uno de ellos significa que cualquier elemento de combinación y número de elementos se pueden usar de la lista, pero no se requieren todos los elementos de la lista.

20 La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines de ilustración y descripción, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos expertos en la técnica. Además, diferentes realizaciones ilustrativas pueden proporcionar diferentes ventajas en comparación con otras realizaciones ilustrativas. La realización o 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 técnica entiendan la divulgación de diversas realizaciones con diversas modificaciones, sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas, que son adecuadas para el uso particular contemplado.

REIVINDICACIONES

1. Un método de procesamiento de una bolsa de vacío de una pieza compuesta (35) que tiene al menos un contorno, que comprende:
- 5 formar un conjunto de bolsa de vacío (40) uniendo un respiradero (44) estirable a una bolsa de vacío (42) estirable;
sellar el conjunto de bolsa de vacío sobre la pieza compuesta; y
estirar el conjunto de bolsa de vacío para que coincida, sustancialmente, con el contorno de la pieza compuesta; en el que la fijación del respiradero (44) a la bolsa de vacío (42) incluye fijar el respiradero a la bolsa de vacío mediante parches adhesivos estirables dispuestos en una variedad regular similar a una matriz o tiras adhesivas discontinuas que están dispuestas irregularmente.
- 10
2. El método de la reivindicación 1, en el que la fijación del respiradero (44) a la bolsa de vacío (42) estirable se realiza colocando una cinta adhesiva de doble respaldo entre el respiradero y la bolsa de vacío.
3. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el estiramiento del conjunto de bolsa de vacío (40) incluye:
- 15 estirar la bolsa de vacío (42), y
estirar el respiradero (44).
4. El método de la reivindicación 3, en el que el estiramiento de la bolsa de vacío (42) y el estiramiento del respiradero (44) se realizan de manera sustancialmente simultánea.
5. El método de la reivindicación 3, en el que el estiramiento del respiradero (44) incluye estirar la bolsa de vacío (42) sustancialmente la misma cantidad que se estira el respiradero.
- 20
6. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el estiramiento del conjunto de bolsa de vacío (40) incluye:
- vaciar la bolsa de vacío, y
utilizar la bolsa de vacío (42) para estirar el respiradero (44).
- 25
7. El método de la reivindicación 3, en el que el estiramiento del conjunto de bolsa de vacío (40) incluye usar presión de autoclave para estirar la bolsa de vacío (42) contra el respiradero (44).
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o la reivindicación 6, que comprende además:
formar al menos un pliegue en el conjunto de bolsa de vacío.
9. Un conjunto de bolsa de vacío (40), que comprende:
- 30 una bolsa de vacío (42) estirable; y
un respiradero (44) estirable fijado a la bolsa de vacío estirable;
en el que el respiradero estirable está fijado a la bolsa de vacío estirable mediante parches adhesivos estirables dispuestos en una variedad regular similar a una matriz o tiras adhesivas discontinuas que están dispuestas irregularmente.
- 35
10. El conjunto de bolsa de vacío (40) según la reivindicación 9, en el que el respiradero (44) es, sustancialmente, una única pieza de material de respiradero y es sustancialmente coextensivo con la bolsa de vacío (42).
11. El conjunto de bolsa de vacío (40) según la reivindicación 9 o 10, en el que el respiradero (44) estirable es un material no tejido de peso relativamente ligero.
12. El conjunto de bolsa de vacío (40) según la reivindicación 11, en el que el material no tejido es un poliéster.
- 40
13. El conjunto de bolsa de vacío (40) según la reivindicación 9 o 12, en el que el respiradero (44) estirable es capaz de alargarse de al menos aproximadamente el 50 %.

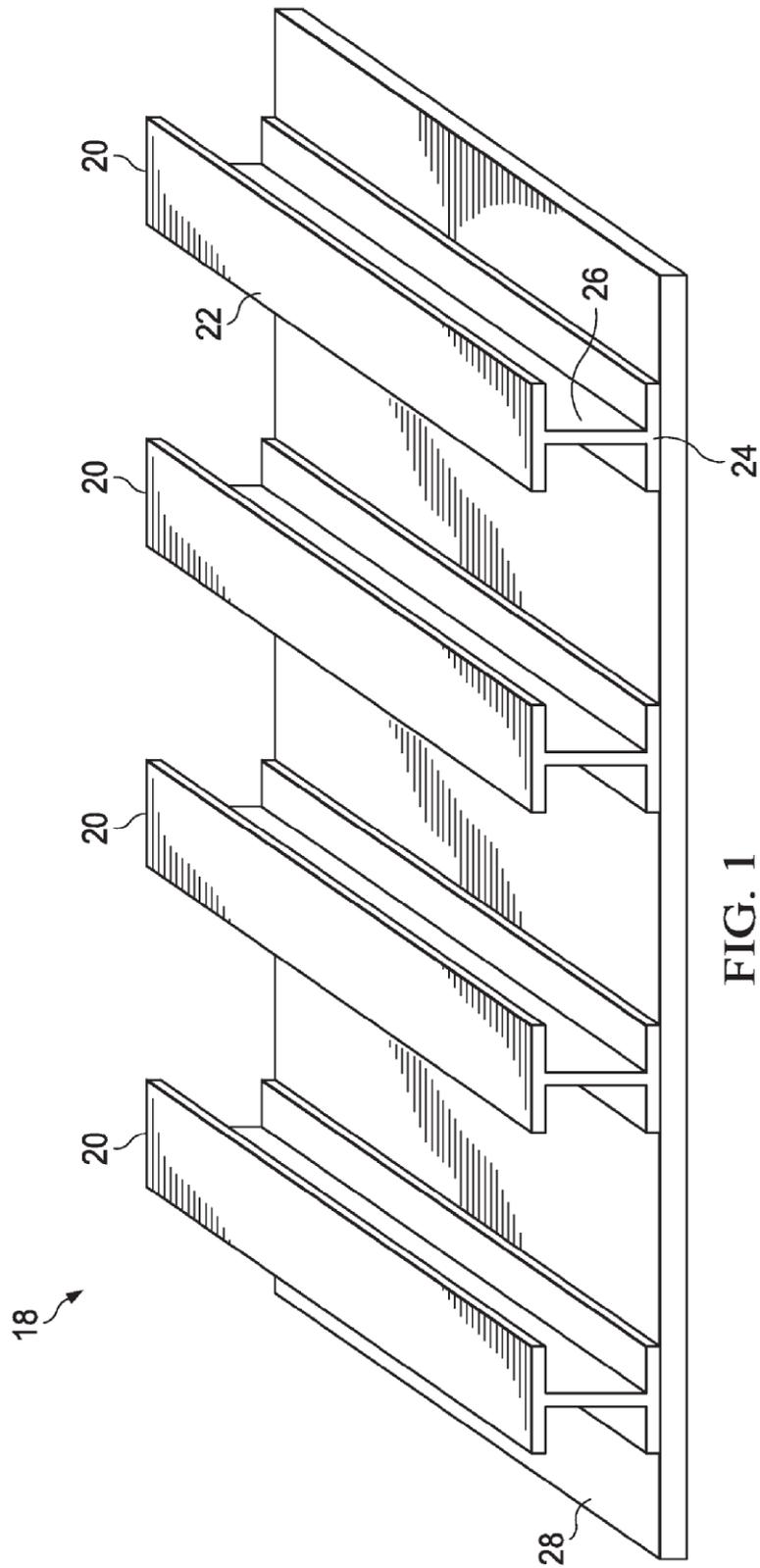


FIG. 1

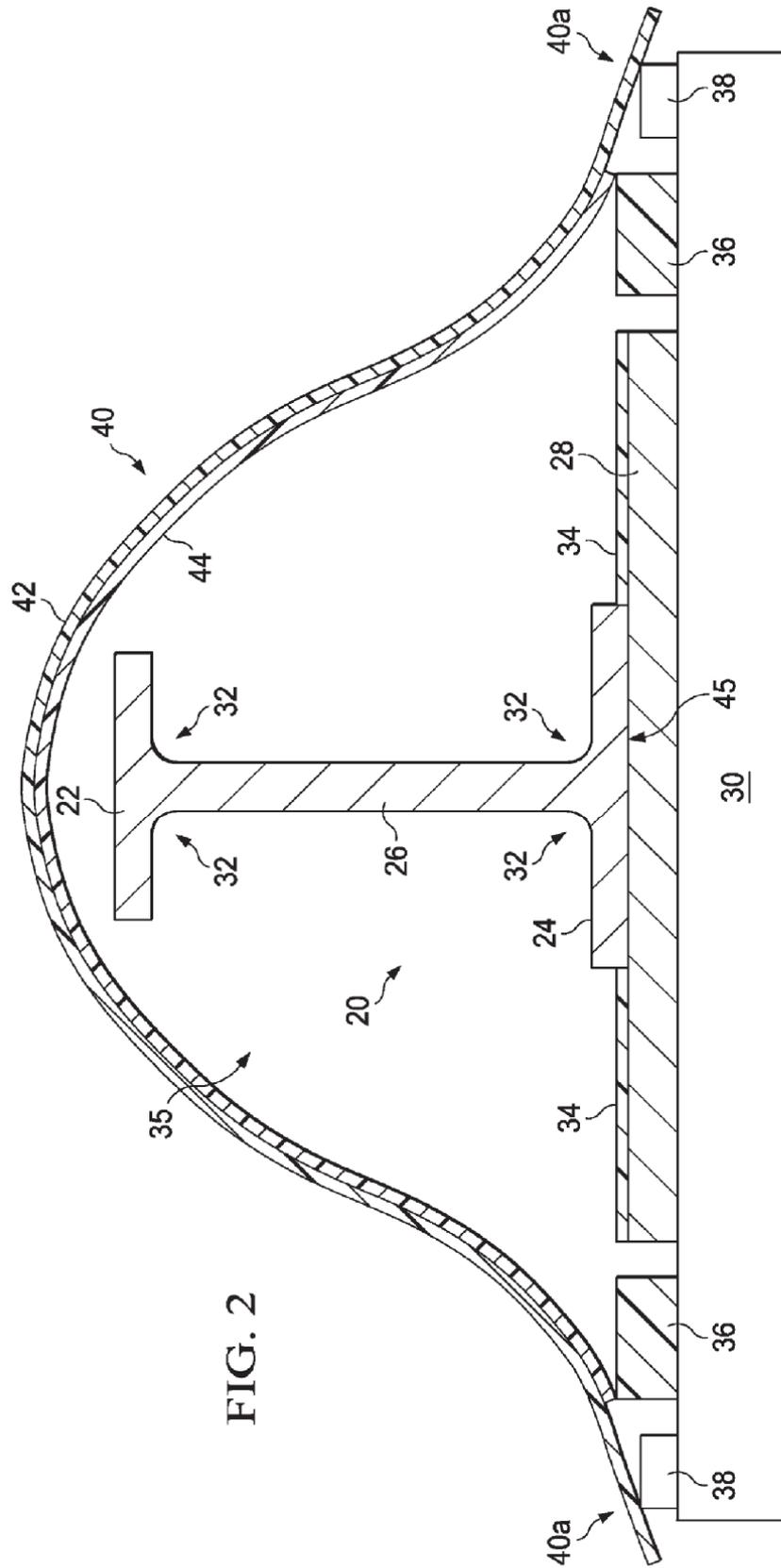
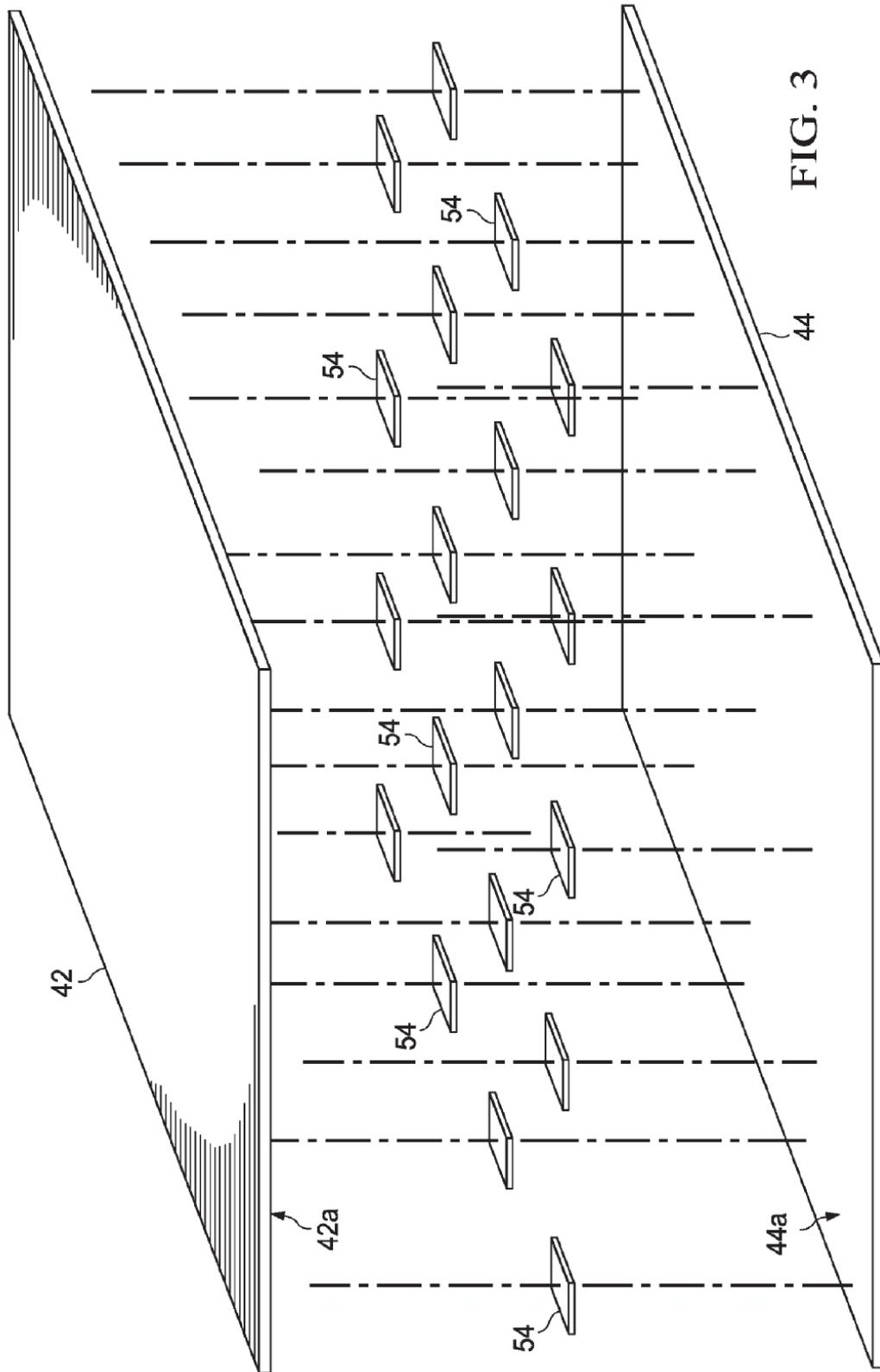


FIG. 2



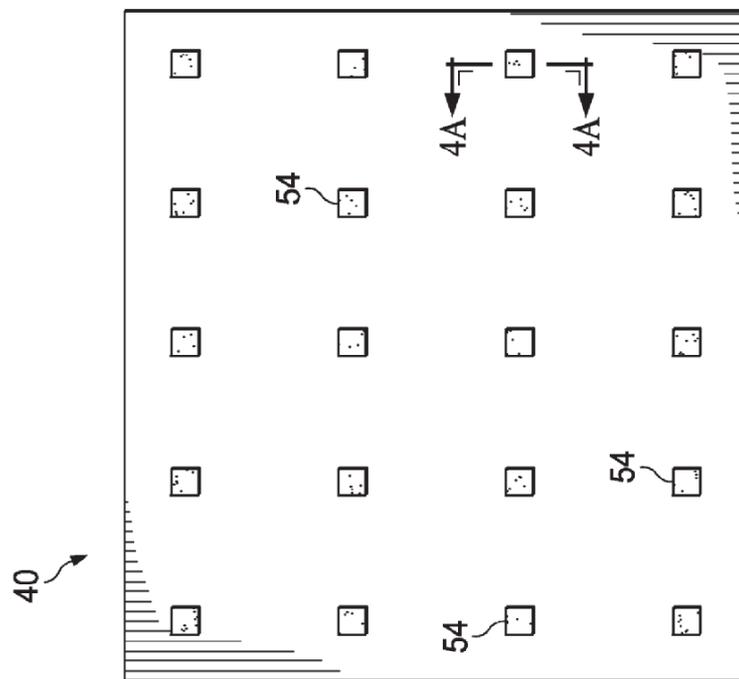


FIG. 4

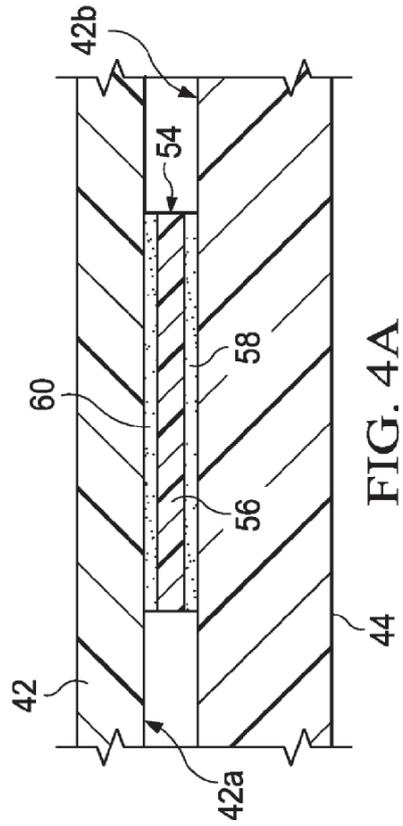


FIG. 4A

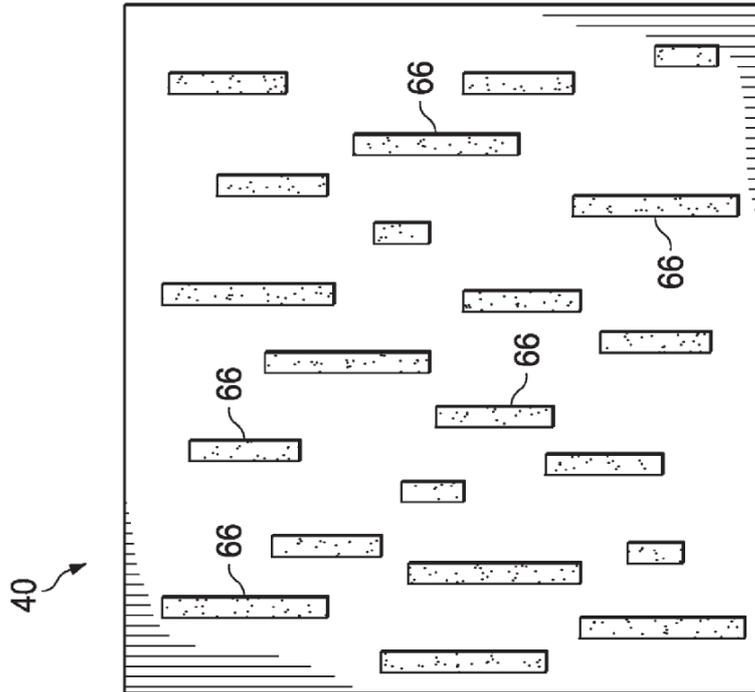


FIG. 6

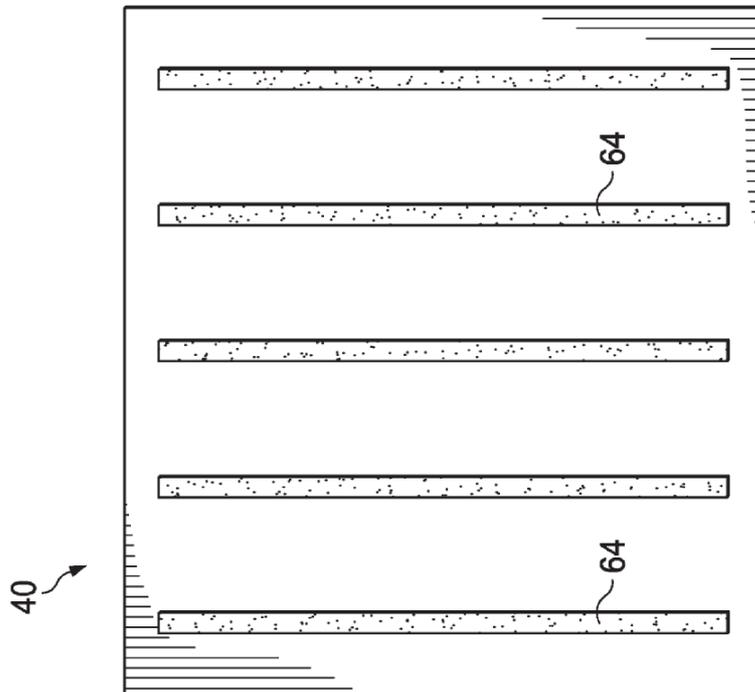
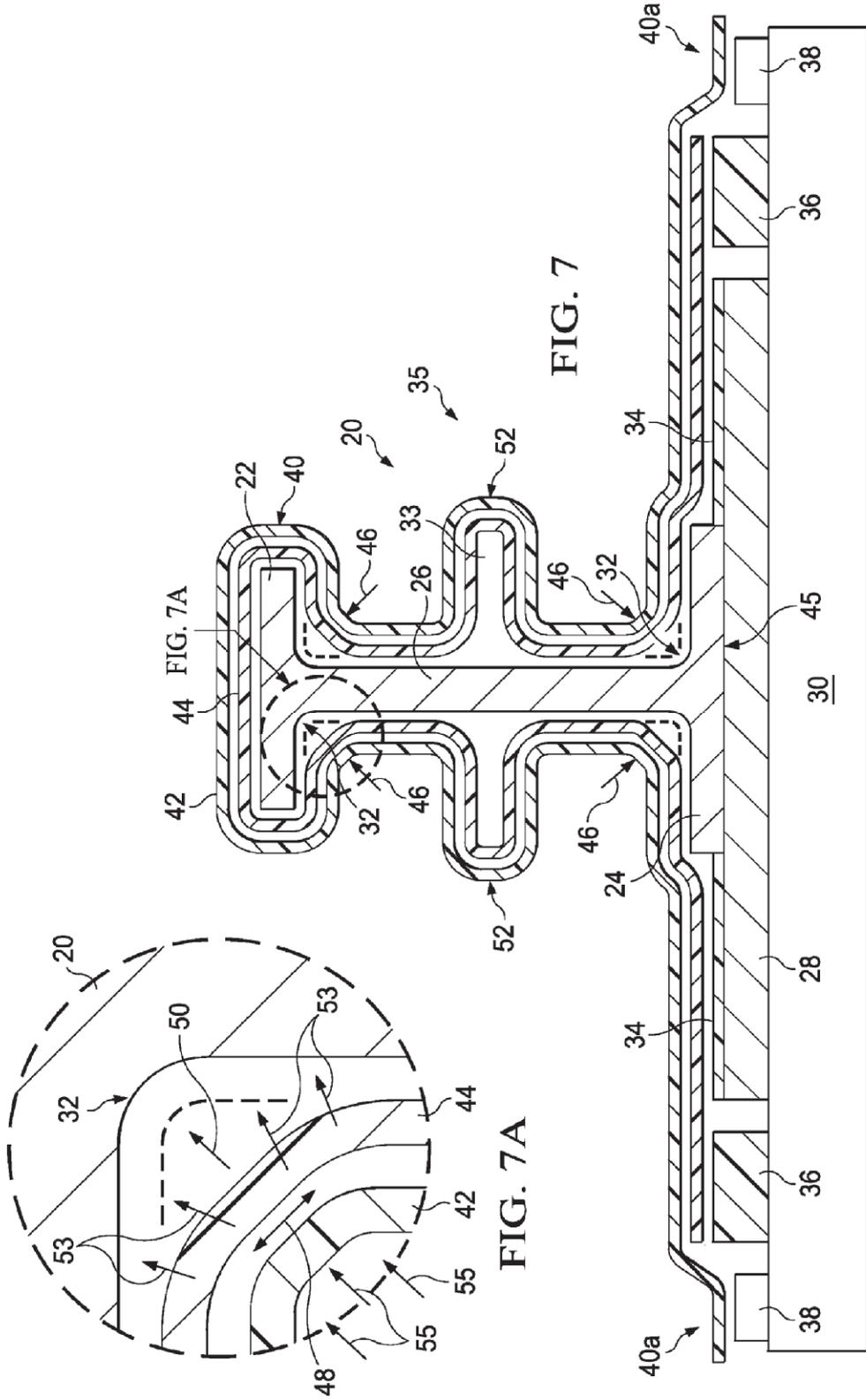


FIG. 5



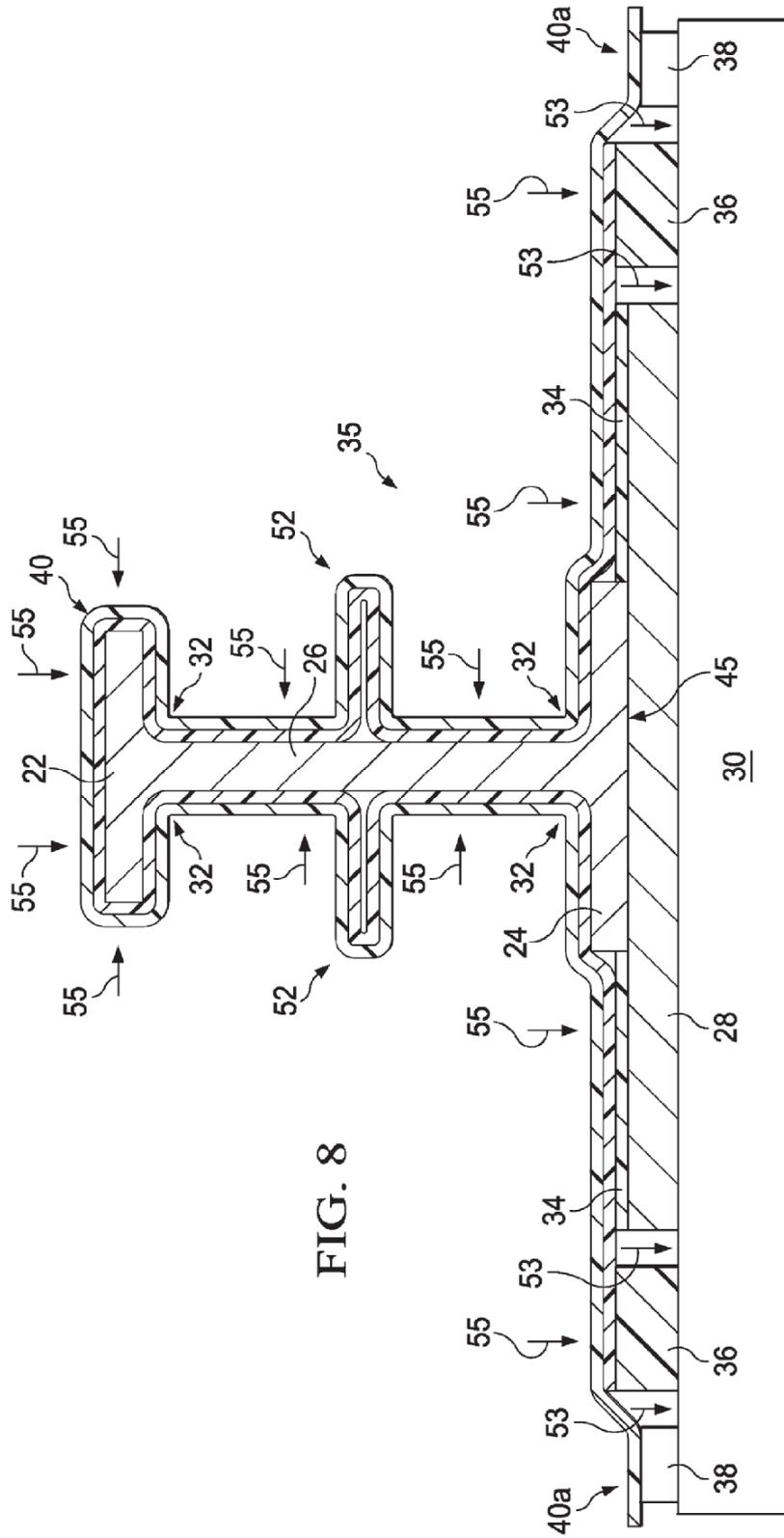


FIG. 8

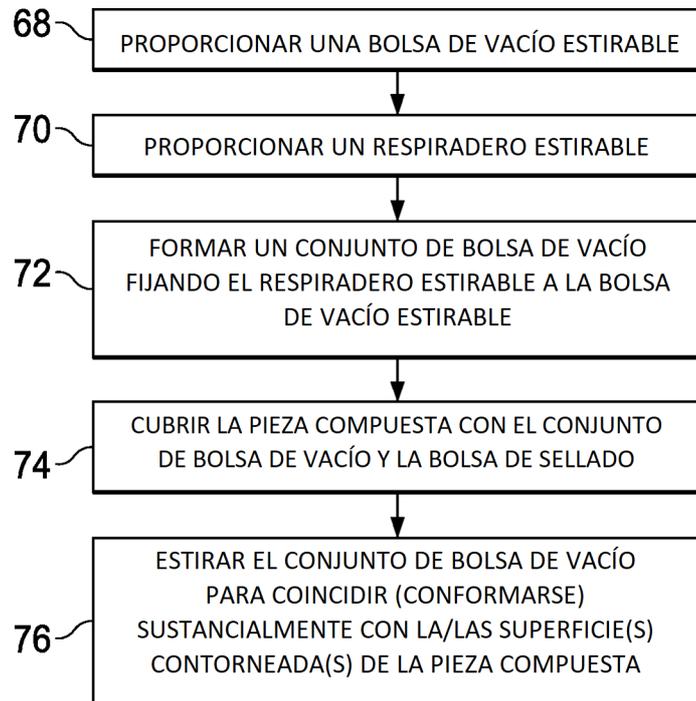


FIG. 9

