

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 694**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29C 33/50** (2006.01)

**B29D 99/00** (2010.01)

**B29L 31/30** (2006.01)

**B29K 105/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2013 PCT/US2013/057089**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14055180**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2013 E 13766737 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2903806**

54 Título: **Método y aparato para el cocurado de revestimientos compuestos y refuerzos en un autoclave**

30 Prioridad:

**04.10.2012 US 201213644587**

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

**05.11.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**STEPHENS, JEFFREY SCOTT;  
BYE, STEVEN DOUGLAS y  
DAY, DAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 791 694 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**

Método y aparato para el cocurado de revestimientos compuestos y refuerzos en un autoclave

Antecedentes

5 Esta divulgación generalmente se refiere a la fabricación de piezas compuestas, y trata más particularmente con un método y un aparato para cocurar revestimientos compuestos y refuerzos en un autoclave.

10 A veces es necesario curar varias piezas compuestas en un autoclave que requieren cámaras internas para evitar que colapsen bajo la presión del autoclave. Por ejemplo, en la industria aeronáutica, un revestimiento compuesto puede comprimirse y curarse con varios refuerzos que tienen una sección transversal en forma de sombrero utilizando una bolsa de vacío y presión de autoclave. Para evitar el colapso bajo la presión del autoclave, las cámaras pueden ventilarse al entorno del autoclave para que la presión interna en las cámaras sea sustancialmente la aplicada por el autoclave. Una técnica para ventilar las cámaras es colocar agujeros en las cámaras que se ventilan a través de la bolsa de vacío. La ventilación de las cámaras a través de la bolsa de vacío aumenta la posibilidad de fugas en la bolsa, y también puede conducir a una precarga indeseable de las tuberías de ventilación, así como a la posible distorsión de los refuerzos de fibra durante el curado y posibles problemas de inanición de resina.

15 El documento US 2010/186899 establece "un conjunto de mandril que incluye una estructura hueca alargada que comprende un material termoplástico que es moldeable que tiene un primer extremo y un segundo extremo. Una tapa de primer extremo unida al primer extremo. Un tubo de ventilación unido a la tapa del primer extremo, el tubo de ventilación se extiende desde la tapa del primer extremo. Una segunda tapa final unida al segundo extremo. El conjunto de mandril adaptado para dar formar y conformar una estructura compuesta dentro o fuera de un autoclave".

20 DE 10 2010 024 120 en una traducción automática de sus sumarios declarados "un perfil (30) de soporte para soportar un perfil (12) de refuerzo formado por un producto semielaborado compuesto de fibra en un proceso de curado de un método para producir un componente (10, 12) de carrocería de vehículo, en el que se conecta el perfil (12) de refuerzo sobre una superficie de una carcasa de fuselaje formada por un producto (10) semielaborado compuesto de fibra. El perfil (30) de soporte según la invención se caracteriza por un tubo (32) de perfil impermeable al aire que puede separarse ventajosamente como una sección de longitud adecuada de un suministro de manguera, y al menos una pieza (34) terminal que se inserta de forma desmontable en uno de los dos extremos de la manguera de perfil (32) y se sella contra la manguera (32) de perfil por medio de esta conexión de enchufe".

25 Sería deseable proporcionar un método y un aparato para cocurar revestimientos y refuerzos compuestos que eviten la necesidad de ventilar las cámaras a través de la bolsa de vacío mientras promueven una distribución sustancialmente uniforme de la presión del autoclave a las cámaras. También existe la necesidad de un aparato como se describió anteriormente que pueda reconfigurarse fácilmente para su uso con diferentes tipos de conjuntos de piezas.

30 Sumario

35 Las realizaciones divulgadas proporcionan un método y un aparato para distribuir la presión del autoclave a una matriz de cámaras para compactar refuerzos de resina reforzada con fibra durante un ciclo de curado del autoclave. Un sistema múltiple distribuye la presión del autoclave a las cámaras a través de tubos de ventilación que pasan a través de una bolsa de vacío reutilizable en lugares fuera del área de la bolsa que recubre las partes que se están curando. El número de penetraciones de la bolsa con fines de ventilación se reduce al ventilar más de una cámara a través de cada tubo de ventilación. El sistema múltiple puede comprender una pluralidad de cajas múltiples extraíbles dispuestas de extremo a extremo que pueden reconfigurarse para adaptarse al número de cámaras que requieren ventilación. Se evita la carga previa de los tubos de ventilación y se reduce o elimina sustancialmente la distorsión potencial de las fibras y/o la necesidad de resina.

40 En resumen, de acuerdo con un aspecto, se proporciona un aparato para refuerzo de material compuesto curado en autoclave contra un revestimiento de material compuesto, incluyendo un instrumento que tiene una superficie del instrumento sobre la cual se puede colocar un revestimiento compuesto, y canales adaptados para tener un refuerzo compuesto colocado debajo del revestimiento; una pluralidad de cámaras presurizables adaptadas para colocarse dentro de los canales para hacer reaccionar la presión del autoclave aplicada al refuerzo; una bolsa de vacío adaptada para ser sellada sobre el instrumento para compactar el revestimiento contra el refuerzo; y un sistema múltiple acoplado con las cámaras para presurizar las cámaras usando presión de autoclave, el sistema múltiple incluye un tubo de ventilación que pasa a través de la bolsa de vacío y se expone a presión de autoclave.

45 Opcionalmente, el aparato incluye además un marco, y en el que la bolsa es una bolsa reutilizable y está unida al marco.

Opcionalmente, la cámara incluye un accesorio de ventilación en un extremo de este, y el sistema múltiple está acoplado con el accesorio de ventilación.

50 Opcionalmente, el sistema múltiple incluye una caja múltiple, y el tubo de ventilación está montado en la caja múltiple y acoplado con el accesorio de ventilación.

Opcionalmente, la caja múltiple incluye una pared superior ubicada debajo y en contacto con la bolsa de vacío cuando la bolsa de vacío está sellada sobre el instrumento, y el tubo de ventilación pasa a través de la pared superior.

Opcionalmente, el aparato comprende además un sello entre la bolsa de vacío y el tubo de ventilación.

5 Opcionalmente, el sistema múltiple y el tubo de ventilación están ubicados a lo largo de un lado del instrumento, y la bolsa de vacío está adaptada para ser sellada al tubo de ventilación.

10 Según otro aspecto, se proporciona un método para cocurar conjuntamente refuerzos compuestos y un revestimiento dentro de un autoclave, que incluye colocar refuerzos no curados en un instrumento; colocando cámaras respectivamente en los refuerzos no curados; colocando un revestimiento no curado sobre el instrumento y en contacto con los refuerzos; acoplar las cámaras con un múltiple; sellar una bolsa sobre el instrumento y el múltiple; ventilar el múltiple para esterilizar en autoclave la presión a través de la bolsa; y presurizando las cámaras usando presión de autoclave a través del múltiple.

Opcionalmente, el acoplamiento de las cámaras con el múltiple incluye el acoplamiento de un extremo de cada una de las cámaras con un tubo de ventilación expuesto a la presión del autoclave.

Opcionalmente, sellar la bolsa incluye sellar la bolsa alrededor del tubo de ventilación.

15 Opcionalmente, el acoplamiento de las cámaras con el múltiple incluye el acoplamiento de los extremos de múltiples cámaras con el tubo de ventilación.

Opcionalmente, sellar la bolsa incluye colocar un marco sobre la bolsa y el instrumento, y sujetar la bolsa entre el marco y el instrumento.

20 Opcionalmente, el múltiple incluye una pluralidad de cajas múltiples y el método incluye además colocar las cajas múltiples de extremo a extremo en el instrumento y a lo largo de un extremo de las cámaras, y acoplar cada una de las cajas múltiples con una pluralidad de las cámaras.

25 Según otro aspecto, se proporciona un método para distribuir la presión aplicada a las partes compuestas durante el curado en autoclave de las partes, que incluye colocar las partes compuestas en un instrumento; colocando cámaras dentro de las partes para resistir la presión del autoclave; organizar varias cajas múltiples a lo largo de un lado del instrumento; acoplar cada una de las cajas múltiples a al menos una de las cámaras; sellar una bolsa de vacío sobre el instrumento y las cajas múltiples; y ventilar cada una de las cajas múltiples a través de la bolsa de vacío.

Opcionalmente, ventilar cada una de las cajas múltiples a través de la bolsa de vacío incluye pasar tubos de ventilación a través de la bolsa de vacío y sellar cada uno de los tubos de ventilación a la bolsa de vacío.

30 Opcionalmente, el acoplamiento de cada una de las cajas múltiples a al menos una de las cámaras incluye el uso de una desconexión rápida para conectar una línea del múltiple a un accesorio de entrada de ventilación en la cámara.

Breve descripción de los dibujos

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

La figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva superior de un revestimiento compuesta rígida.

La figura 2 es una ilustración de una vista en perspectiva inferior del revestimiento rígido que se muestra en la figura 1, que revela los refuerzos que se curan en conjunto con el revestimiento en un autoclave.

40 La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva de un refuerzo de tipo sombrero que puede usarse para endurecer el revestimiento mostrada en las figuras 1 y 2.

La figura 4 es una ilustración de una porción de un refuerzo de tipo cuchilla.

La figura 5 es una ilustración de un diagrama de bloques funcional de un aparato para cocurar un revestimiento y refuerzos en un autoclave.

45 La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva superior de una realización del aparato mostrado en la figura 5.

La figura 7 es una ilustración de una vista en perspectiva inferior del aparato que se muestra en la figura 6, el instrumento y la base del instrumento no se muestran para mayor claridad.

La figura 8 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 8-8 en la figura 6.

La figura 9 es una ilustración de una vista en perspectiva superior de un instrumento que forma parte del aparato que se muestra en las figuras 5-8.

5 La figura 10 es una ilustración de una vista en perspectiva inferior del aparato mostrado en las figuras 5-8, que también muestra el instrumento.

La figura 11 es una ilustración de una vista en perspectiva despiezada del instrumento inferior que se muestra en la Figura 10.

La figura 12 es una ilustración de una vista en perspectiva de una serie de refuerzos utilizados para endurecer el revestimiento mostrada en las figuras 1 y 2.

10 La figura 13 es una ilustración de una vista en perspectiva de una serie de cámaras colocadas respectivamente en los refuerzos mostrados en la figura 12 durante el curado en autoclave.

La figura 14 es una ilustración de una vista en perspectiva y extremo de una de las cámaras mostradas en la figura 13, que ilustra el ajuste de ventilación de la cámara.

15 La figura 15 es una ilustración de una vista en perspectiva del aparato, el marco y la bolsa de vacío retirados para mayor claridad para revelar la ubicación de los refuerzos y las cámaras.

La figura 16 es una ilustración de una vista en perspectiva de una de las cajas múltiples que forman parte del sistema múltiple.

La figura 17 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 17-17 en la figura 16.

20 La figura 18 es una ilustración similar a la figura 16, pero muestra la cubierta de la caja múltiple que se ha retirado, las mangueras de conexión para los accesorios no se muestran para mayor claridad.

La figura 19 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 19-19 en la figura 6, las mangueras de conexión entre los accesorios no se muestran para mayor claridad.

La figura 20 es una ilustración de una vista isométrica de una porción de una de las cajas múltiples con la cubierta retirada para revelar un tubo de ventilación y dos accesorios del distribuidor adyacentes.

25 La figura 21 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de cocurado conjunto de un revestimiento compuesto y refuerzos en un autoclave.

La figura 22 es una ilustración de un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio.

La figura 23 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

#### Descripción detallada

30 Con referencia primero a las figuras 1 y 2, las realizaciones divulgadas se refieren a un método y aparato para fabricar un revestimiento 30 laminada compuesta reforzada con fibra endurecida con refuerzos 32 laminados compuestos que se curan en conjunto con el lado inferior 34 del revestimiento 30. Como se discutirá más adelante con más detalle, el revestimiento 30 y los refuerzos 32 se colocan y se forman para dar forma, según sea necesario, y luego se curan conjuntamente en un autoclave (no se muestra en las figuras 1 y 2). Los refuerzos 32, a veces denominados costillas de refuerzo, pueden ser de varios tipos bien conocidos. Por ejemplo, como se muestra en la figura 3, los refuerzos 32 pueden ser un refuerzo 32 en forma de sombrero que tiene una sección de sombrero 36 y una sección de brida 38 que está unida al lado 34 inferior del revestimiento 30 durante el proceso de cocurado conjunto. La figura 4 ilustra otro tipo de refuerzo 32a denominado un refuerzo 32a de cuchilla que tiene una cuchilla o sección 40 de banda y una sección 38 de brida.

40 Con referencia ahora a la figura 5, el revestimiento 30 y los refuerzos 32 se pueden curar conjuntamente en un autoclave 44 usando un aparato generalmente indicado por 42. El aparato 42 comprende en general un instrumento 46 sobre la cual se puede sellar una bolsa 48 de vacío reutilizable. El instrumento 46 está configurada para tener una pluralidad de refuerzos 32 compuestos no curados, a veces denominados cargas de refuerzo, colocados en su interior. Se coloca una cámara 52 dentro de cada uno de los refuerzos 32 para resistir la presión de compactación aplicada por el autoclave 44 y por la bolsa 48 de vacío. Se coloca un revestimiento compuesta no curada (no se muestra en la figura 5) se coloca en el instrumento 46, superpuesta y en contacto con las secciones 38 de brida de los refuerzos 32 no curados. Se utiliza un sistema 63 de vacío acoplado con el aparato 42 para aspirar un vacío dentro de la bolsa 48 de vacío para arrastrar la bolsa 48 de vacío contra el revestimiento 30, compactando el revestimiento 30 contra las secciones 38 de brida (figuras 3 y 4) de los refuerzos 32 durante el proceso de curado. Para ventilar las cámaras 52 a la presión del autoclave para que las cámaras 52 no colapsen, un sistema múltiple 54 está acoplado 47 con cada una de las cámaras 52. El sistema múltiple 54 incluye una o más cajas 57 múltiples que pueden estar dispuestas de extremo a

extremo a lo largo de un lado 65 del instrumento 46, separadas ligeramente de los extremos de las cámaras 52. Cada una de las cajas 57 múltiples se coloca debajo de la bolsa 48 de vacío durante un ciclo de curado, e incluye un tubo 56 de ventilación que se extiende hacia arriba a través de la bolsa 48 de vacío en una ubicación que está fuera de los límites del instrumento 46. Los tubos 56 de ventilación se extienden dentro del entorno del autoclave 44, permitiendo que la presión del autoclave se aplique internamente a las cámaras 52; en otras palabras, el sistema múltiple 54 iguala la presión entre el entorno del autoclave 44 y el volumen interno de las cámaras 52.

Ahora se dirige la atención a las figuras 6, 7, 8 que ilustran detalles adicionales del aparato 42. El aparato 42 comprende en general un conjunto 50 de marco al que se une una bolsa 48 de vacío reutilizable. La bolsa 48 de vacío puede comprender, por ejemplo y sin limitación, un elastómero u otro material que pueda resistir ciclos repetidos de presión y reutilización. El conjunto 50 de marco comprende un marco 53 exterior generalmente rectangular formado de material rígido tal como un metal, y miembros 51 de marco cruzado de refuerzo unidos al marco 53 exterior. La bolsa 48 de vacío puede estar unida al marco 53 exterior y cubre el área completa tanto del instrumento 46 como del sistema 54 múltiple.

El conjunto 50 de marco también puede incluir asas 59 así como abrazaderas 58 alrededor de la periferia del marco 53 exterior. Las asas 59 permiten que el conjunto 50 de marco, junto con la bolsa 48 de vacío, se levante manualmente para permitir la carga y descarga del revestimiento 30 y los refuerzos 32 (no mostrados en las figuras 6-8). El marco 53 exterior también puede estar provisto de guías 62 para ayudar a la alineación del conjunto cuando el conjunto 50 de marco se baja sobre el instrumento 46 (figura 5). Como se ve mejor en la figura 8, la bolsa 48 de vacío incluye un borde 64 periférico de bolsa plana que está adaptado para ser sujetado contra una placa 68 base del instrumento por una placa 67 de sujeción que forma parte del conjunto de marco 50. La actuación de las abrazaderas 58 carga el marco 53 exterior contra el instrumento 46, sujetando así la placa 67 contra el borde 64 periférico de la bolsa plana para crear un sello hermético al vacío entre la bolsa 48 de vacío y el instrumento 46.

Los tubos 56 de ventilación están dispuestos a lo largo de un lado 65 de la bolsa 48 de vacío y pasan hacia arriba a través de aberturas en la bolsa 48 de vacío definidas por sellos 60 circulares de anillo de tubo de ventilación. El sello 60 del anillo del tubo de ventilación recibe de manera deslizable los tubos 56 de ventilación cuando el conjunto de marco 50 se baja sobre el instrumento 46 en preparación para un ciclo de curado, y forma un sello periférico sustancialmente hermético al vacío entre la bolsa 48 de vacío y los tubos 56 de ventilación. En algunos ejemplos útiles para comprender la divulgación, puede ser posible orientar los tubos 56 de ventilación hacia abajo de modo que no penetren en la bolsa 48 de vacío. Se pueden proporcionar uno o más accesorios 66 de línea de vacío para conectar el interior de la bolsa 48 de vacío con un sistema 63 de vacío adecuado (figura 3) para evacuar la bolsa 48 de vacío, haciendo que la bolsa 48 de vacío se arrastre hacia abajo contra el instrumento 46 y las cajas 57 múltiples.

Las figuras 9, 10a y 11 ilustran detalles adicionales de una forma típica del instrumento 46 mostrada en la figura 5. El instrumento 46 incluye una moldura 70 del instrumento y una placa 68 base del instrumento subyacente que está unida a la moldura 70 del instrumento, como por soldadura u otras técnicas adecuadas. La moldura 70 del instrumento puede comprender una pieza sólida de material, tal como metal en el que se pueden formar canales 74, como por mecanizado. Los canales 74 tienen cada uno una forma de sección transversal que corresponde a una parte del refuerzo 32, tal como la sección 36 de sombrero del refuerzo 32. La moldura 70 del instrumento también tiene una superficie 72 del instrumento superior contra la cual descansa la sección 38 de brida del refuerzo 32, junto con el revestimiento 30.

Como se muestra en la figura 10, la placa 68 base del instrumento puede incluir una pluralidad de aberturas 76 de la placa base del instrumento que, en el ejemplo ilustrado, son generalmente de forma rectangular. Las aberturas 76 de la placa base del instrumento permiten el acceso al lado inferior de la moldura 70 del instrumento y permiten que el aire circule alrededor de la parte posterior de la moldura 70 del instrumento para promover un calentamiento/enfriamiento más uniforme, así como un calentamiento y enfriamiento más rápido del instrumento 46. La placa 68 base del instrumento proporciona a la moldura 70 del instrumento la rigidez requerida, permitiendo que se use una moldura 70 más delgada del instrumento que puede reducir los costes de material y el peso del instrumento. Sin embargo, en otras realizaciones, puede que no se requiera una placa 68 base del instrumento donde la moldura 70 del instrumento es suficientemente grueso para proporcionar la rigidez requerida. La figura 10 también revela la colocación de las líneas 78 de vacío a través de la placa 68 base del instrumento que están acopladas con los accesorios 66 de entrada de la línea de vacío y la parte superior de la moldura 70 del instrumentos para permitir la evacuación de la bolsa 48 de vacío.

Como se mencionó anteriormente, los refuerzos 32 preformados y no curados se colocan en los canales 74 de la moldura 70 del instrumentos, en preparación para un ciclo de curado. En el caso del revestimiento 30 rígida mostrada en las figuras 1 y 2, la moldura 70 del instrumento se carga con un conjunto de refuerzos 32 no curados, como se muestra en la figura 12. La figura 13 ilustra un conjunto correspondiente de cámaras 52 que se colocan respectivamente en los refuerzos 32 no curados que se han asentado previamente en los canales 74 de la moldura 70 del instrumento. En general, las cámaras 52 tendrán una forma y longitud de sección transversal que coincidan sustancialmente con las de los refuerzos 32 no curados. En algunas aplicaciones, dependiendo de la configuración del conjunto de la pieza, los diversos refuerzos 32, junto con las cámaras 52 pueden tener diferentes formas y/o longitudes de sección transversal. La figura 14 ilustra una de las cámaras 52 que tiene una forma de sección transversal generalmente cuadrada adecuada para formar la sección de sombrero 36 del refuerzo 32 que se muestra en las figuras 2 y 3. Como se mencionó anteriormente, la cámara 52 puede estar formada de un material generalmente flexible e impermeable tal como un caucho elastomérico. Cada una de las cámaras 52 incluye un accesorio de ventilación de cámara 80 que puede formar

parte de una desconexión rápida adaptada para conectar de forma liberable las cámaras 52 con el sistema múltiple 54 (figura 5).

La figura 15 ilustra el instrumento 46 soportada en una base del instrumento 81, con refuerzos 32 no curados que se han cargado en los canales 74 de la moldura 70 del instrumento, con cámaras 52 colocadas dentro de los refuerzos 32. Cada una de las cajas 57 múltiples incluye accesorios 82 de múltiple que están acoplados con los accesorios 80 de ventilación de cámara (figura 14), entre sí y con un tubo 56 de ventilación por líneas de aire o mangueras discutidas posteriormente (no mostradas en la figura 15). Como se puede ver en esta figura, las cajas 57 múltiples, incluidos los accesorios 82 del múltiple y los tubos 56 de ventilación están ubicados a lo largo de un lado del instrumento 46, en un extremo de las cámaras 52, debajo de la bolsa 48 de vacío cuando el conjunto de marco 50 está instalado sobre el instrumento 46.

Ahora se dirige la atención a las figuras 16-19 que ilustran detalles adicionales de una de las cajas 57 múltiples. La caja 57 múltiple puede estar formada de cualquier material rígido adecuado, tal como chapa metálica, y tiene un interior generalmente abierto. Cuando se disponen de extremo a extremo, las paredes 90 extremas de las cajas 57 múltiples se colocan una al lado de la otra. Como se ve mejor en las figuras 16 y 17, la caja 57 múltiple incluye una pared 84 superior sustancialmente plana y una pared 88 lateral inclinada exterior. La pared 84 superior incluye una abertura 86 de tubo de ventilación a través de la cual un tubo 56 de ventilación se extiende hacia arriba más allá de la pared 84 superior. Según un ejemplo que es útil para comprender la divulgación, el tubo 56 de ventilación puede extenderse hacia abajo a través del fondo de la caja 57 múltiple y la base 81 del instrumento (figura 15), evitando así la penetración de la bolsa 48 de vacío. La pared 84 superior y la pared 88 lateral inclinada pueden ser de una sola pieza, o pueden ser piezas separadas, y son removibles para permitir que el personal de servicio acceda al interior abierto de la caja 57 múltiple. Como se ve mejor en las figuras 18 y 19, la caja 57 múltiple puede incluir además una pluralidad de nervios de refuerzo 98 separados longitudinalmente.

Como se ve mejor en las figuras 17, 19 y 20, el tubo 56 de ventilación está montado en una base 100 de tubo de ventilación que tiene un interior generalmente abierto y está provisto de accesorios 95 que pueden conectarse a los accesorios 82 mediante mangueras adecuadas o líneas aéreas 102, como se muestra en la figura 20. Como se puede ver en las figuras 18 y 19, la caja 57 múltiple tiene aberturas en la pared lateral 94 hacia el instrumento 46 que permiten que los accesorios 82 se conecten a los accesorios 80 de ventilación en cada cámara 52 usando las desconexiones 96 rápidas. Las desconexiones 96 rápidas permiten que cada una de las cajas 57 múltiples se desconecte de las cámaras 52. Una vez desconectado, una o más de las cajas 57 múltiples pueden retirarse, según sea necesario para reconfigurar el sistema 54 múltiple para adaptarse al conjunto de pieza particular a curar. Por ejemplo, el revestimiento rígida que se muestra en las figuras 1 y 2 emplea cuatro de las cajas 57 múltiples dispuestas de extremo a extremo para entregar presión en autoclave a las cámaras 52 (figura 13) colocadas en los refuerzos 32 correspondientes (figura 12). En el caso de que un revestimiento 30 rígida requiera un número menor de refuerzos 32 (lo que requiere menos cámaras 52), una o más de las cajas 57 múltiples se pueden quitar simplemente levantándolas de la base 81 del instrumento (figura 15).

El aparato 42 descrito anteriormente puede emplearse para cocurar los revestimientos 30 y los refuerzos 32 en un autoclave usando el método que se muestra en la figura 21. Comenzando en el paso 104, se colocan refuerzos 32 laminados compuestos no curados preformados en un instrumento 46, después de lo cual se colocan cámaras 52 en los refuerzos 32 en 106. A continuación, en 108, se coloca un revestimiento laminado de piel 30 compuesto no curada sobre el instrumento 46, y se pone en contacto con los refuerzos 32. En el paso 110, cada una de las cámaras 52 está acoplada con un sistema múltiple 54 que es capaz de suministrar presión de autoclave a la cámara 52. A continuación, en el paso 112, una bolsa 48 de vacío se sella sobre el instrumento 46 y sobre el sistema múltiple 54. Los tubos 56 de ventilación pasan a través y se sellan a la bolsa 48 de vacío. En el paso 114, las cámaras 52 se ventilan a presión de autoclave a través de la bolsa 48 de vacío usando el sistema 54 múltiple. En el paso 126, las cámaras 52 se presurizan usando presión de autoclave entregada a través de los tubos 56 de ventilación.

Las realizaciones de la divulgación pueden encontrar uso en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, incluidas, por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, marinas, automotrices y otras aplicaciones en las que se puede usar el curado en autoclave de piezas compuestas. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 22 y 23, las realizaciones de la divulgación pueden usarse en el contexto de un método 94 de fabricación y servicio de aeronaves como se muestra en la figura 22 y una aeronave 120 como se muestra en la figura 23. Las aplicaciones de aeronaves de las realizaciones divulgadas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, curado de refuerzos y revestimientos endurecidos tales como, sin limitación, vigas, mástiles de largueros y revestimientos de alas, por nombrar solo algunos. Durante la preproducción, el método 118 ejemplar puede incluir la especificación y el diseño 122 del avión 120 y la adquisición 124 de material. Durante la producción, tiene lugar la fabricación 126 de componentes y subconjuntos y la integración 128 del sistema del avión 120. A partir de entonces, la aeronave 120 puede pasar por la certificación y entrega 130 para ser puesta en servicio 132. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 120 está programada para el mantenimiento de rutina y el servicio 134, que también puede incluir modificación, reconfiguración, renovación, etc.

Cada uno de los procesos del método 118 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un cliente). A los fines 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 vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador

puede ser una aerolínea, una empresa de arrendamiento financiero, una entidad militar, una organización de servicios, etc.

5 Como se muestra en la figura 23, el avión 120 producido por el método 118 ejemplar puede incluir un fuselaje 136 con una pluralidad de sistemas 138 y un interior 140. Los ejemplos de sistemas 138 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 142 de propulsión, un sistema 144 eléctrico, un sistema 146 hidráulico y un sistema 148 ambiental. Se pueden incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, como las industrias marítima y automotriz.

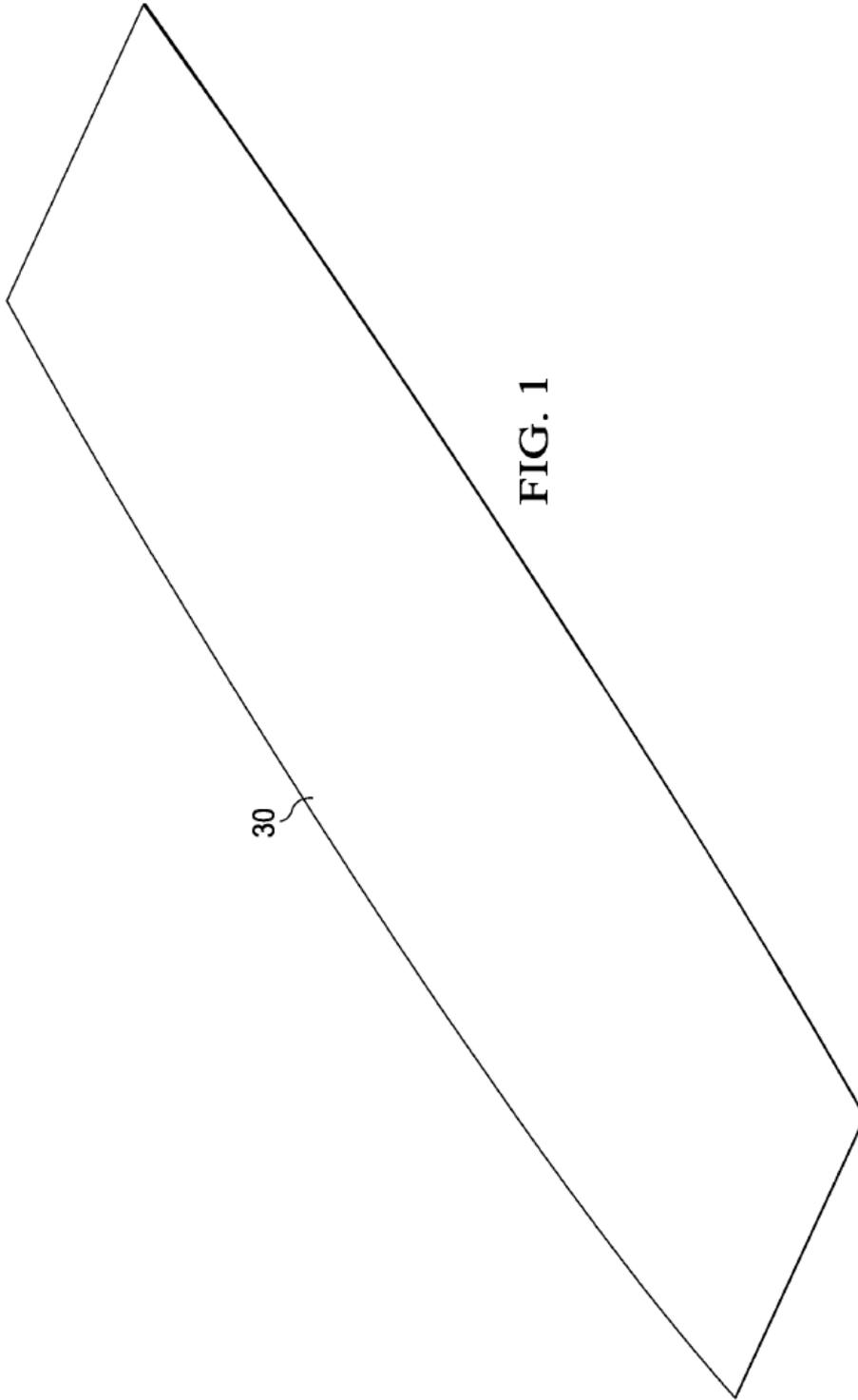
10 Los sistemas y métodos incorporados aquí pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método 118 de producción y servicio. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso 126 de producción pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras el avión 120 está en servicio. Además, se pueden utilizar una o más realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de estas durante las etapas 126 y 128 de producción, por ejemplo, agilizando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de un avión 120. De manera similar, una o más de las realizaciones de aparatos, realizaciones de métodos o una combinación de estas se pueden utilizar mientras la aeronave 120 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para mantenimiento y servicio 34.

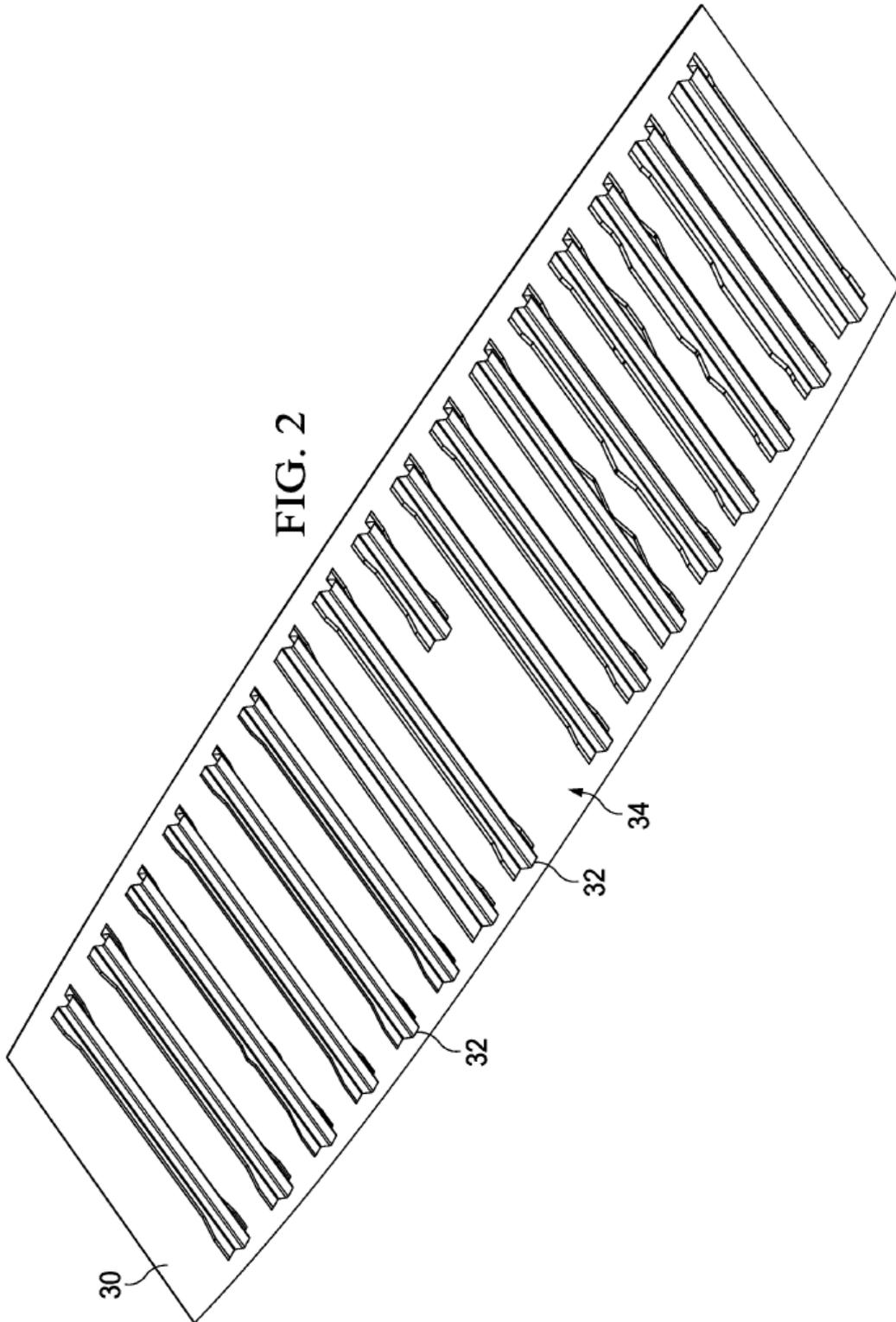
20 La descripción de las diferentes realizaciones ilustrativas se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos, y no pretende ser exhaustiva o limitada a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones, que caen dentro del alcance de las presentes reivindicaciones,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

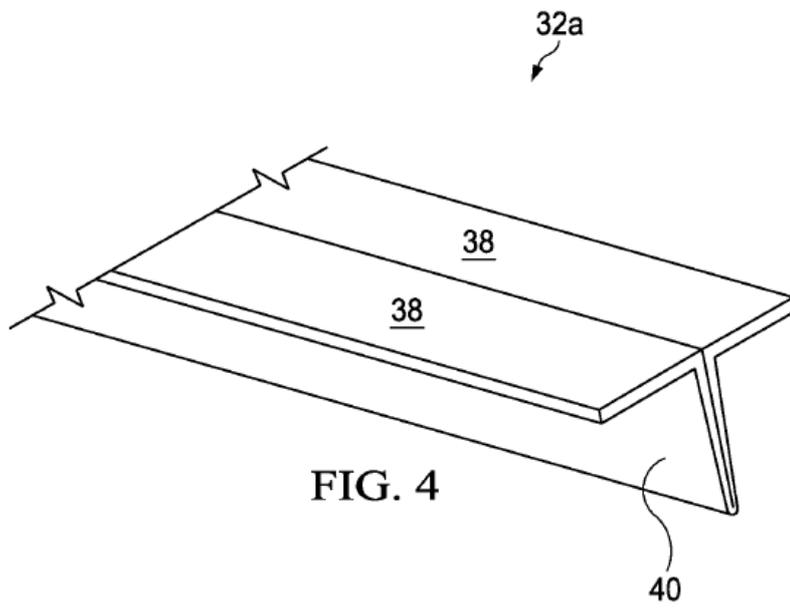
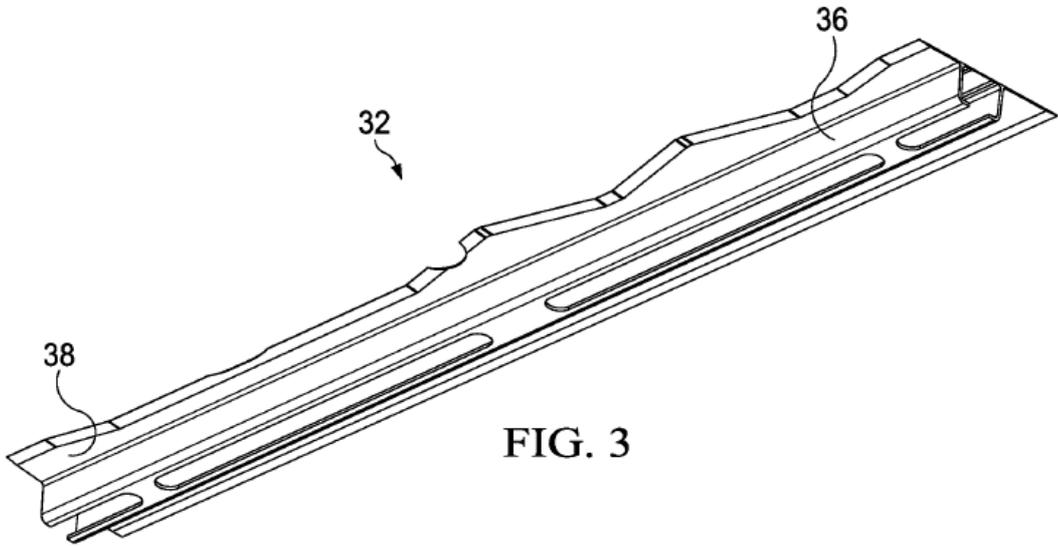
**REIVINDICACIONES**

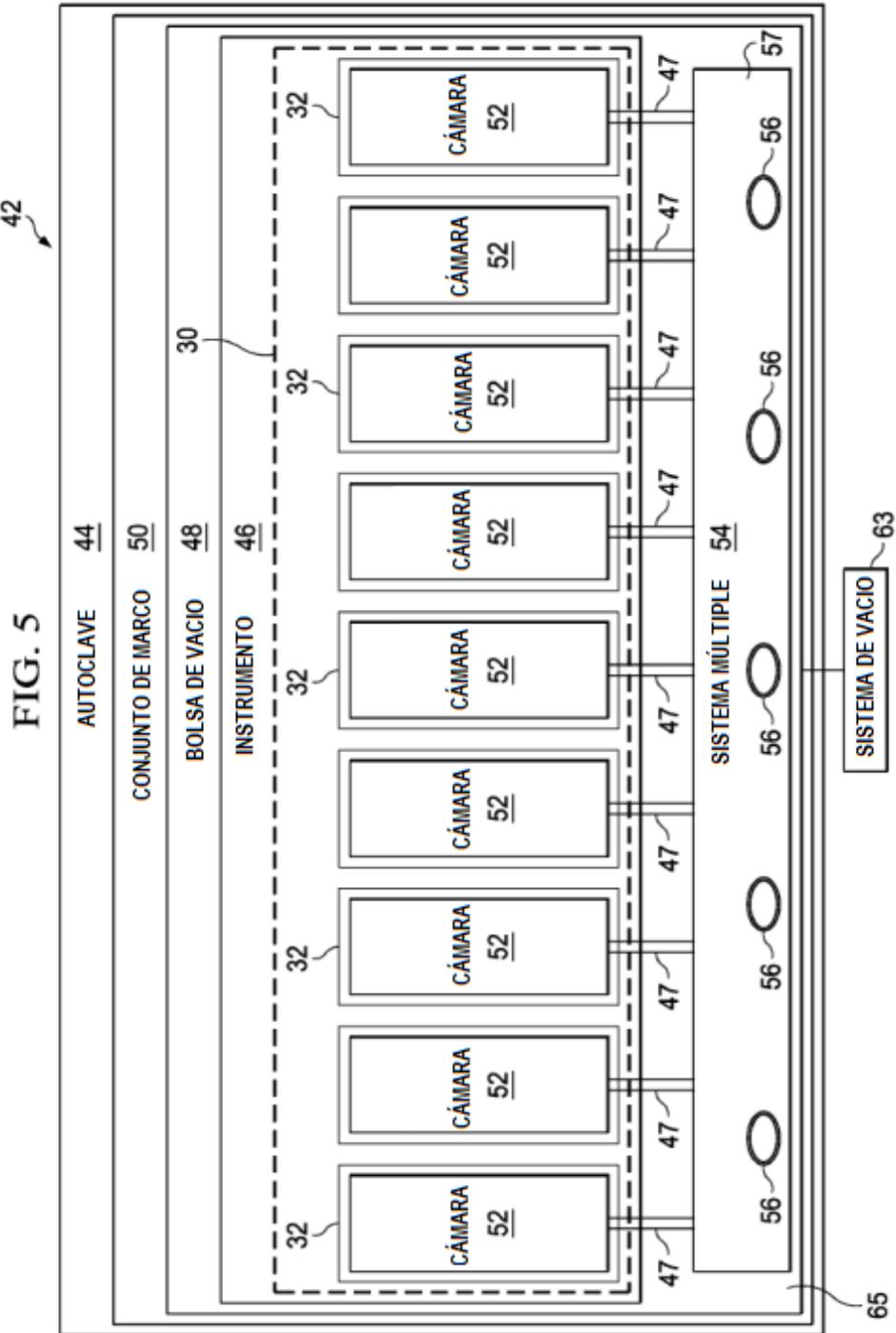
1. Aparato para endurecer en autoclave refuerzos compuestos contra un revestimiento compuesta, que comprende:  
un instrumento (46) que tiene una superficie del instrumento sobre la cual se puede colocar un revestimiento (30) compuesto, y una pluralidad de canales (74) cada uno adaptado para tener un refuerzo (32) compuesto colocado debajo del revestimiento (30);  
una pluralidad de cámaras (52) presurizables adaptadas para colocarse dentro de los canales para hacer reaccionar la presión del autoclave aplicada al refuerzo (32); una bolsa (48) de vacío adaptada para ser sellada sobre el instrumento (46) para compactar el revestimiento (30) contra el refuerzo (32); y  
un sistema (54) múltiple acoplado con las cámaras (52) para presurizar las cámaras (52) usando presión de autoclave, el sistema (54) múltiple incluye un tubo (56) de ventilación que pasa a través de la bolsa (48) de vacío y se expone a presión de autoclave
2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además:  
un marco (50), y  
en el que la bolsa (48) es una bolsa reutilizable y está unida al marco (50).
3. El aparato de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que:  
las cámaras (52) incluyen un accesorio (80) de ventilación en un extremo de este, y  
el sistema (54) múltiple está acoplado con el accesorio (80) de ventilación.
4. El aparato de la reivindicación 3, en el que: el sistema múltiple comprende:  
una caja (57) múltiple, y en el que  
el tubo (56) de ventilación está montado en la caja (57) múltiple y acoplado con el accesorio (80) de ventilación.
5. El aparato de la reivindicación 4, en el que:  
la caja (57) múltiple comprende una pared superior ubicada debajo y en contacto con la bolsa (48) de vacío cuando la bolsa (48) de vacío está sellada sobre el instrumento (46), y  
el tubo (56) de ventilación pasa a través de la pared superior.
6. El aparato de la reivindicación 5, que comprende además un sello entre la bolsa (48) de vacío y el tubo (56) de ventilación.
7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que:  
el sistema (54) múltiple y el tubo (56) de ventilación están ubicados a lo largo de un lado del instrumento (46), y  
la bolsa (48) de vacío está adaptada para ser sellada al tubo (56) de ventilación.
8. Un método para cocurar conjuntamente los refuerzos compuestos y un revestimiento dentro de un autoclave, que comprende:  
colocar refuerzos (32) no curados en un instrumento (46);  
colocar cámaras (52) respectivamente en los refuerzos (32) no curados;  
colocar un revestimiento (30) no curada sobre el instrumento (46) y en contacto con los refuerzos (32);  
acoplar las cámaras (52) con un múltiple (54);  
sellar una bolsa (48) sobre el instrumento (46) y el múltiple (54);  
ventilar el múltiple (54) para esterilizar en autoclave la presión a través de la bolsa (48); y  
presurizando las cámaras (52) usando presión de autoclave a través del múltiple (54).
9. El método de la reivindicación 8, en el que el acoplamiento de las cámaras (52) con el múltiple (54) incluye el acoplamiento de un extremo de cada una de las cámaras (52) con un tubo (56) de ventilación expuesto a la presión del autoclave.

10. El método de la reivindicación 9, en el que sellar la bolsa (48) incluye sellar la bolsa alrededor del tubo (56) de ventilación.
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en el que el acoplamiento de las cámaras (52) con el múltiple (54) incluye el acoplamiento de los extremos de múltiples cámaras (52) con el tubo (56) de ventilación.
- 5 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el sellado de la bolsa incluye:  
colocar un marco (50) sobre la bolsa (48) y el instrumento (46), y  
sujetar la bolsa (48) entre el marco (50) y el instrumento (46).
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que el múltiple (54) incluye una pluralidad de cajas (57) múltiples y el método comprende además:  
10 colocando las cajas (57) múltiples de extremo a extremo en el instrumento y a lo largo de un extremo de las cámaras (52),  
y  
acoplar cada una de las cajas (57) múltiples con una pluralidad de cámaras (52).









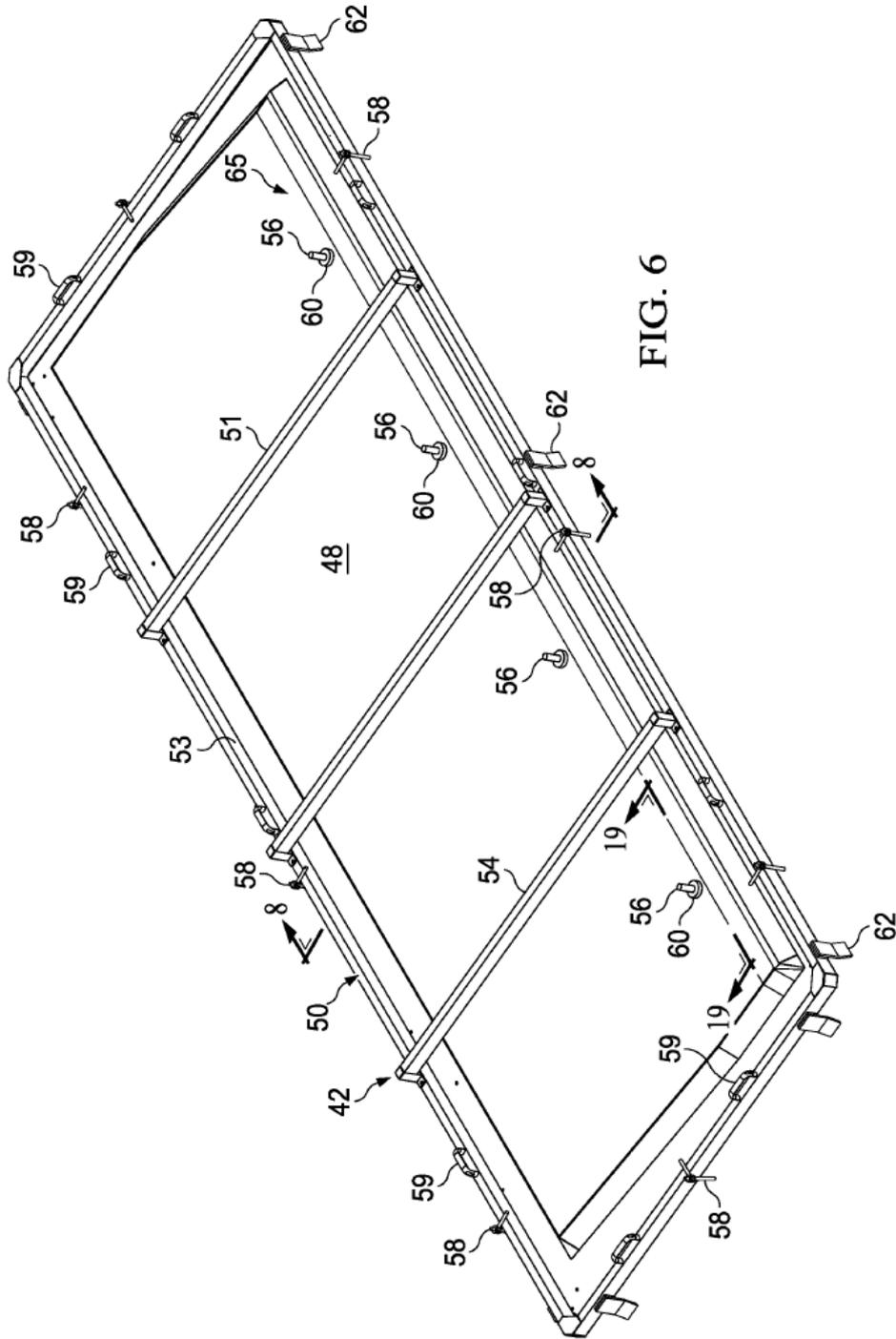


FIG. 6

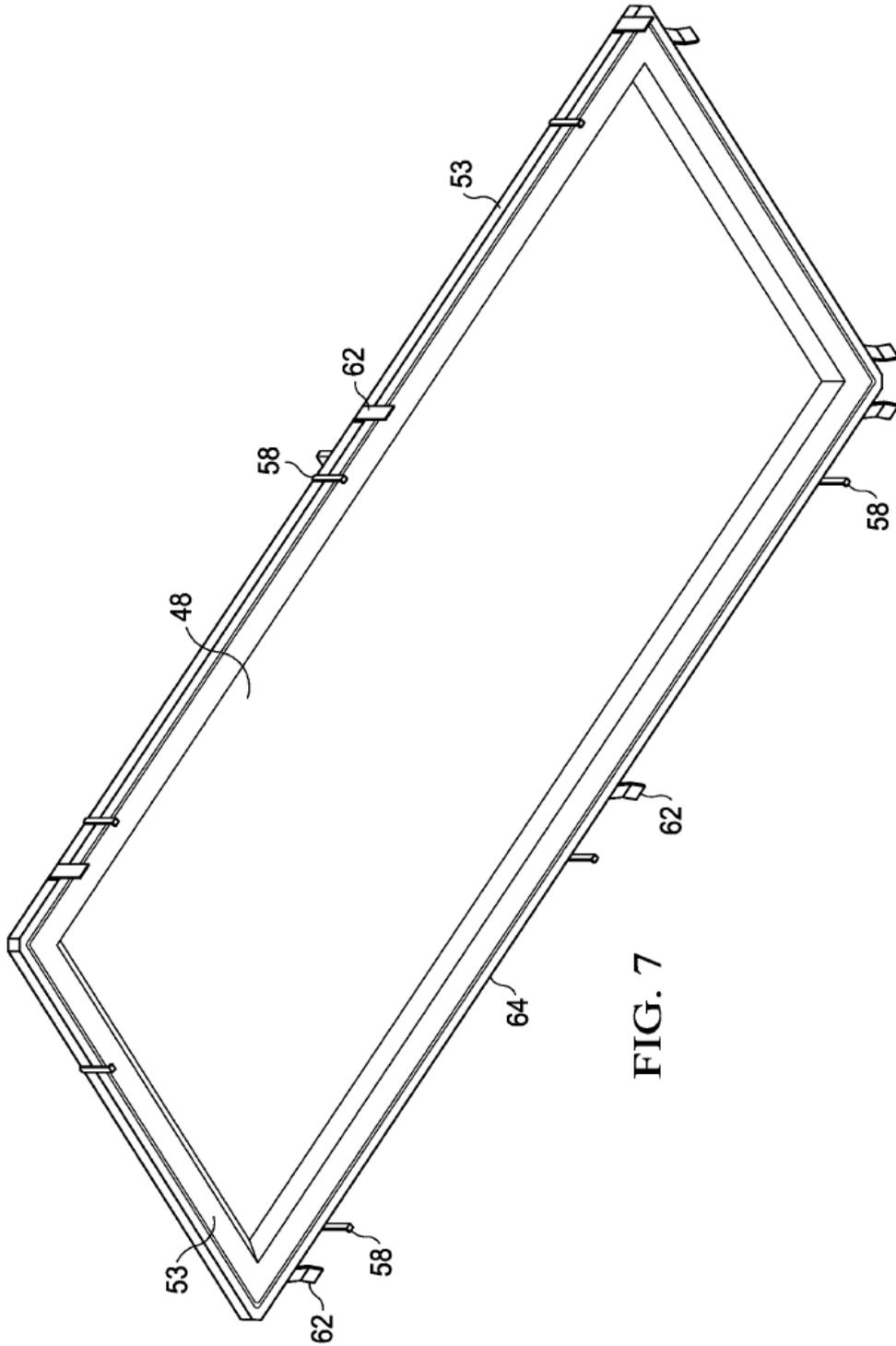


FIG. 7

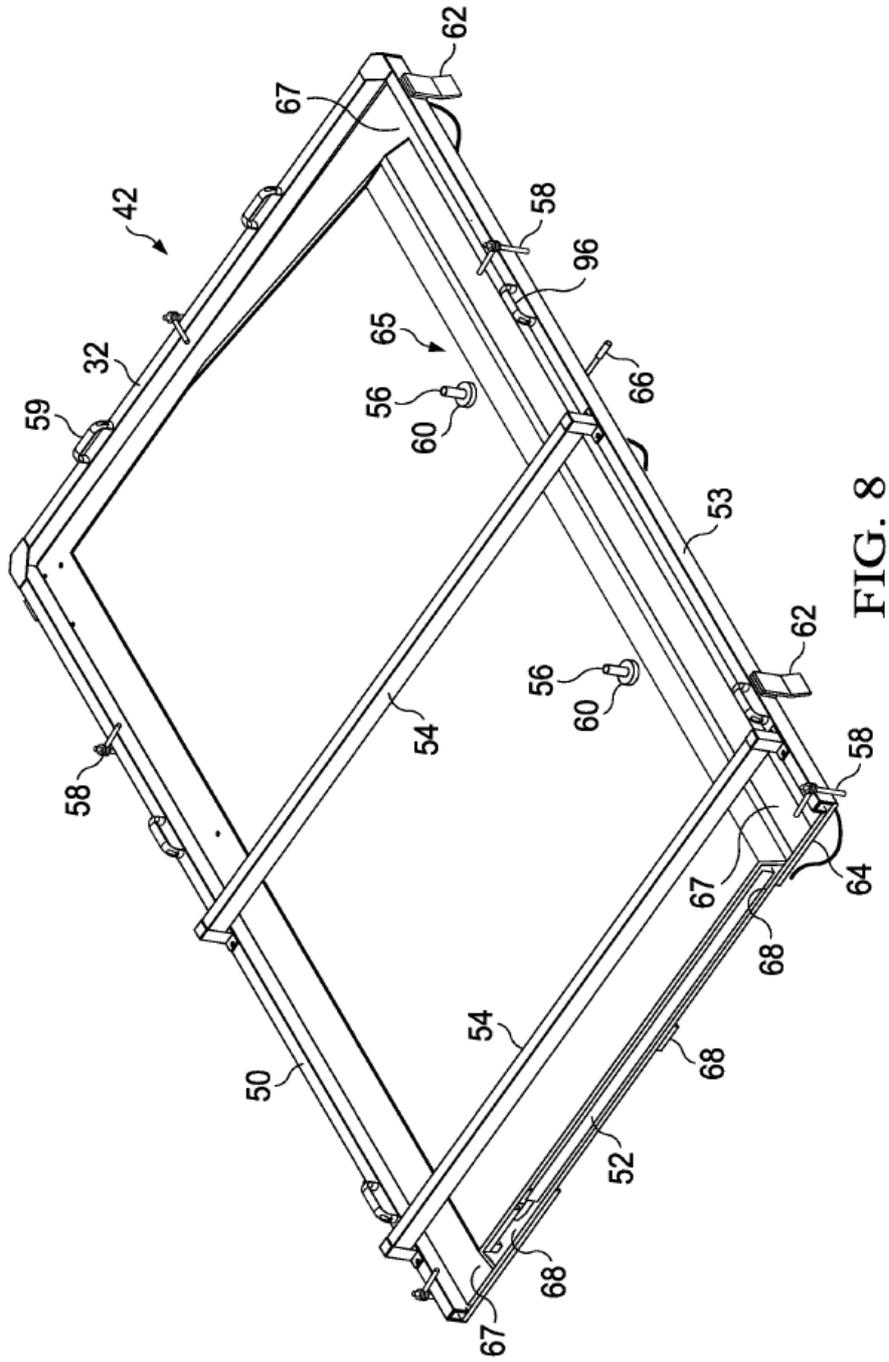
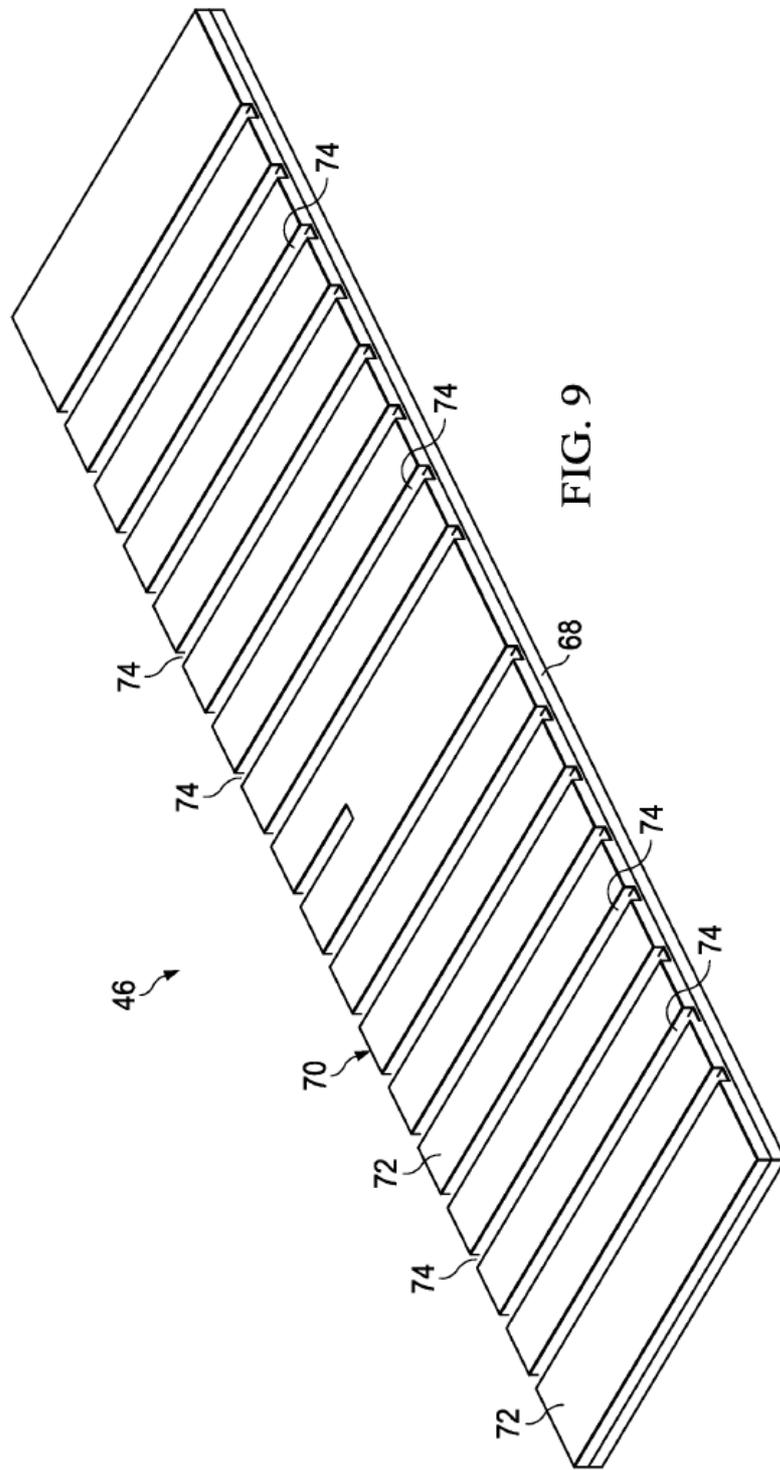


FIG. 8





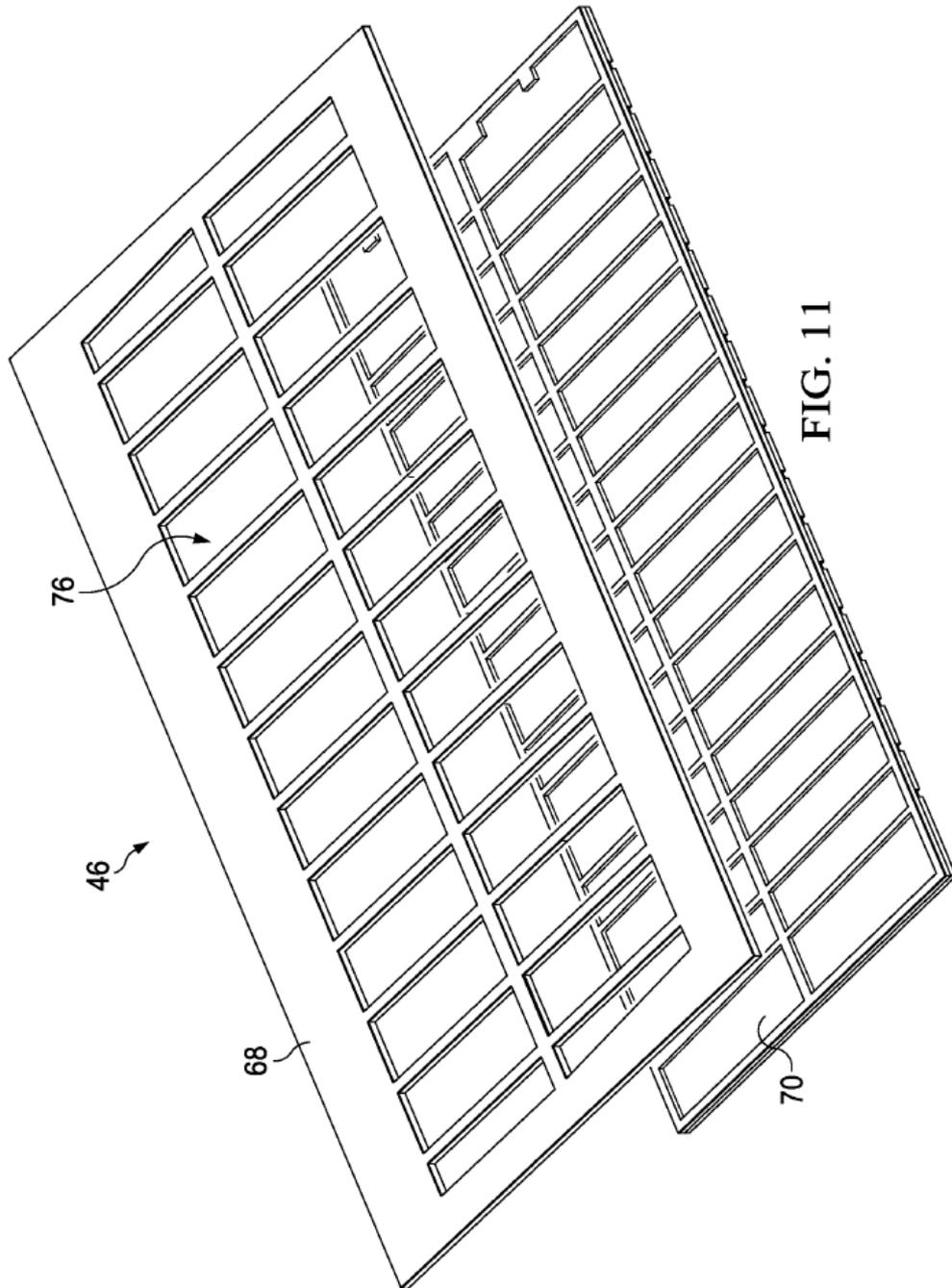
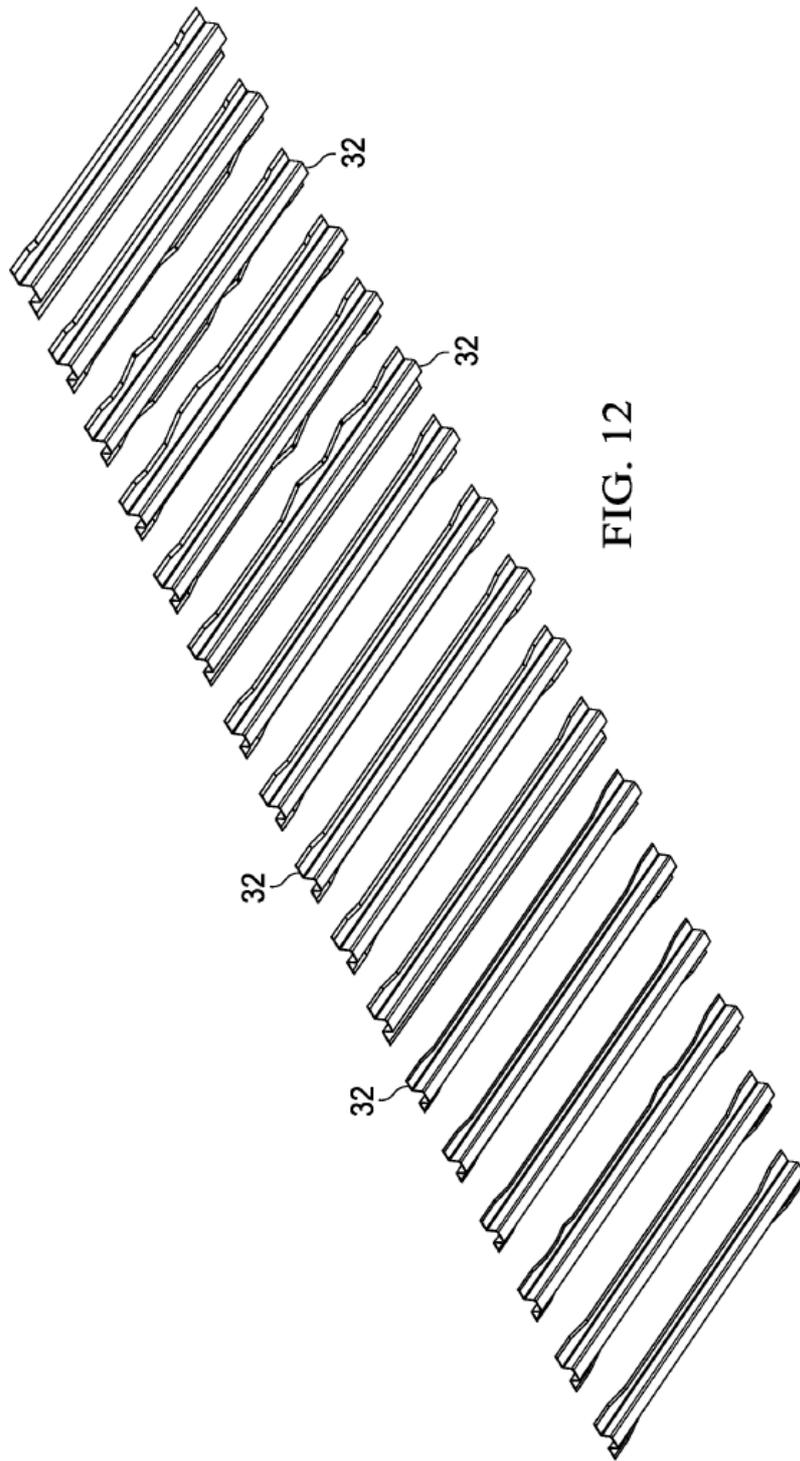
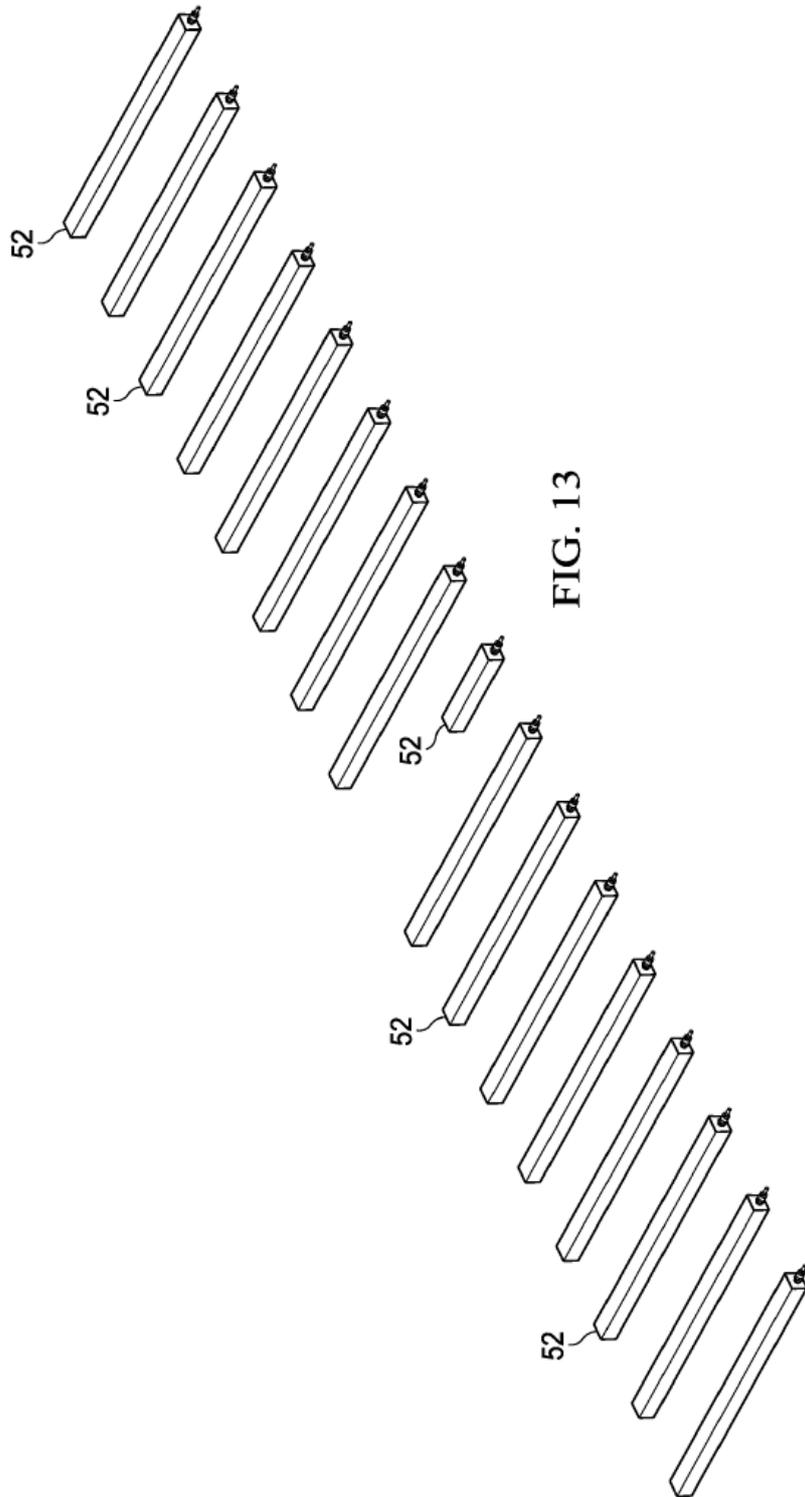


FIG. 11





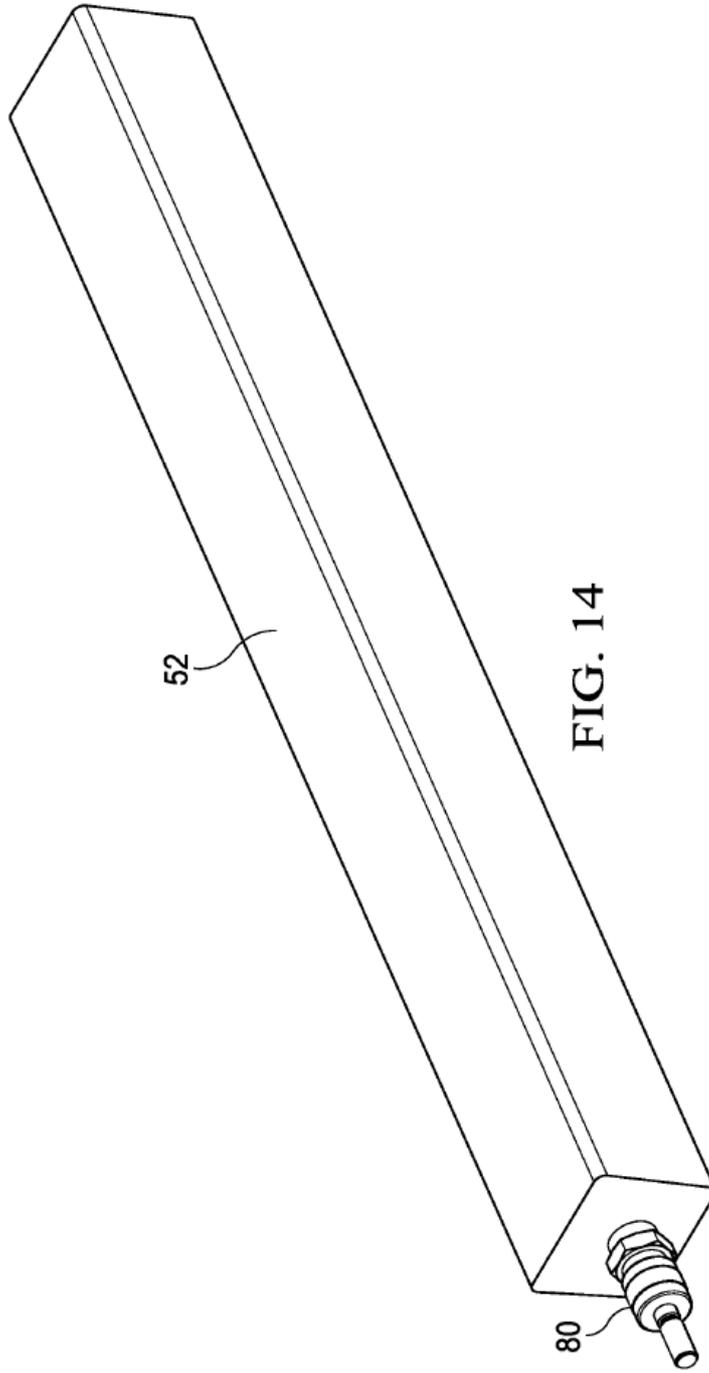


FIG. 14

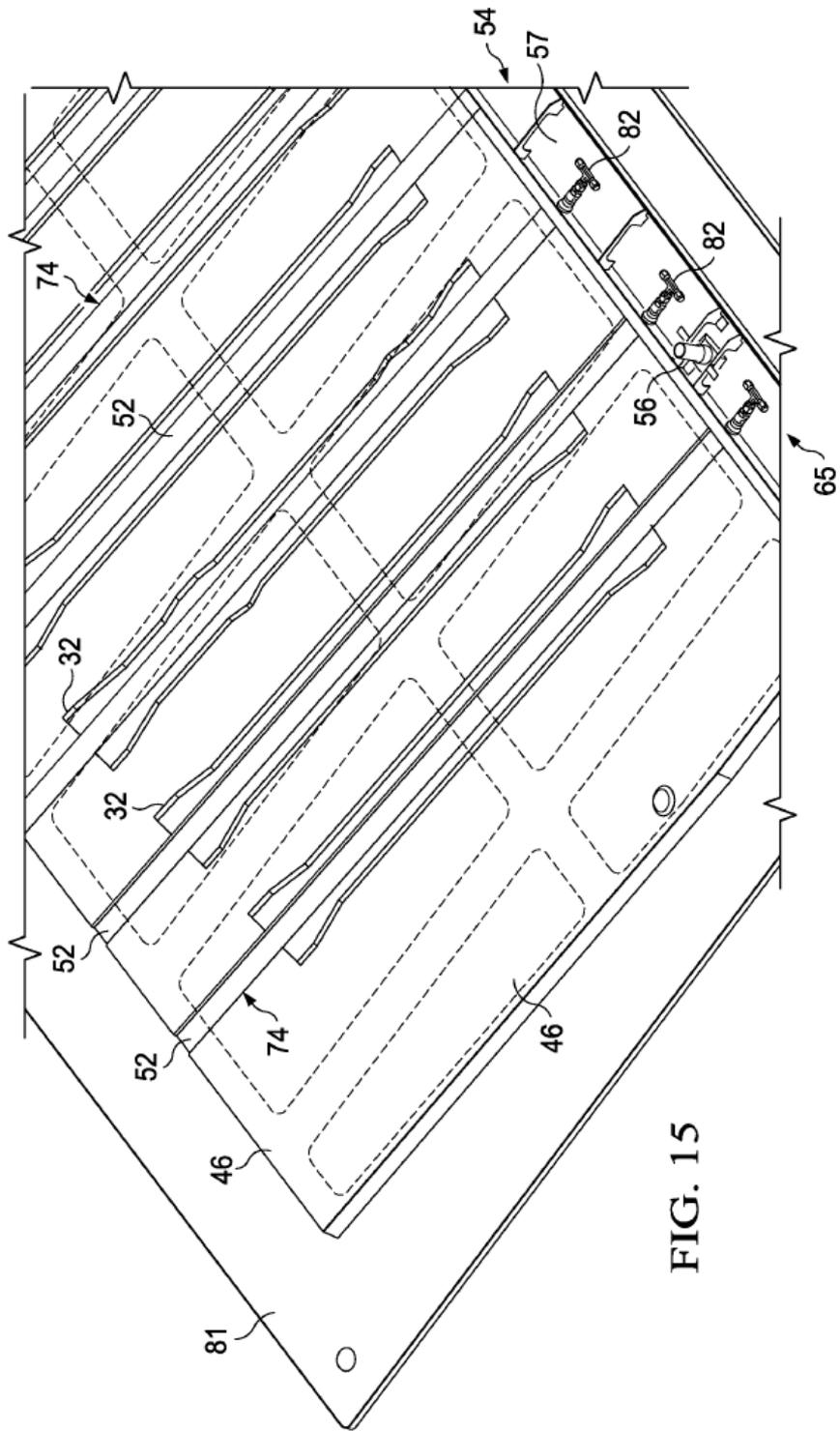
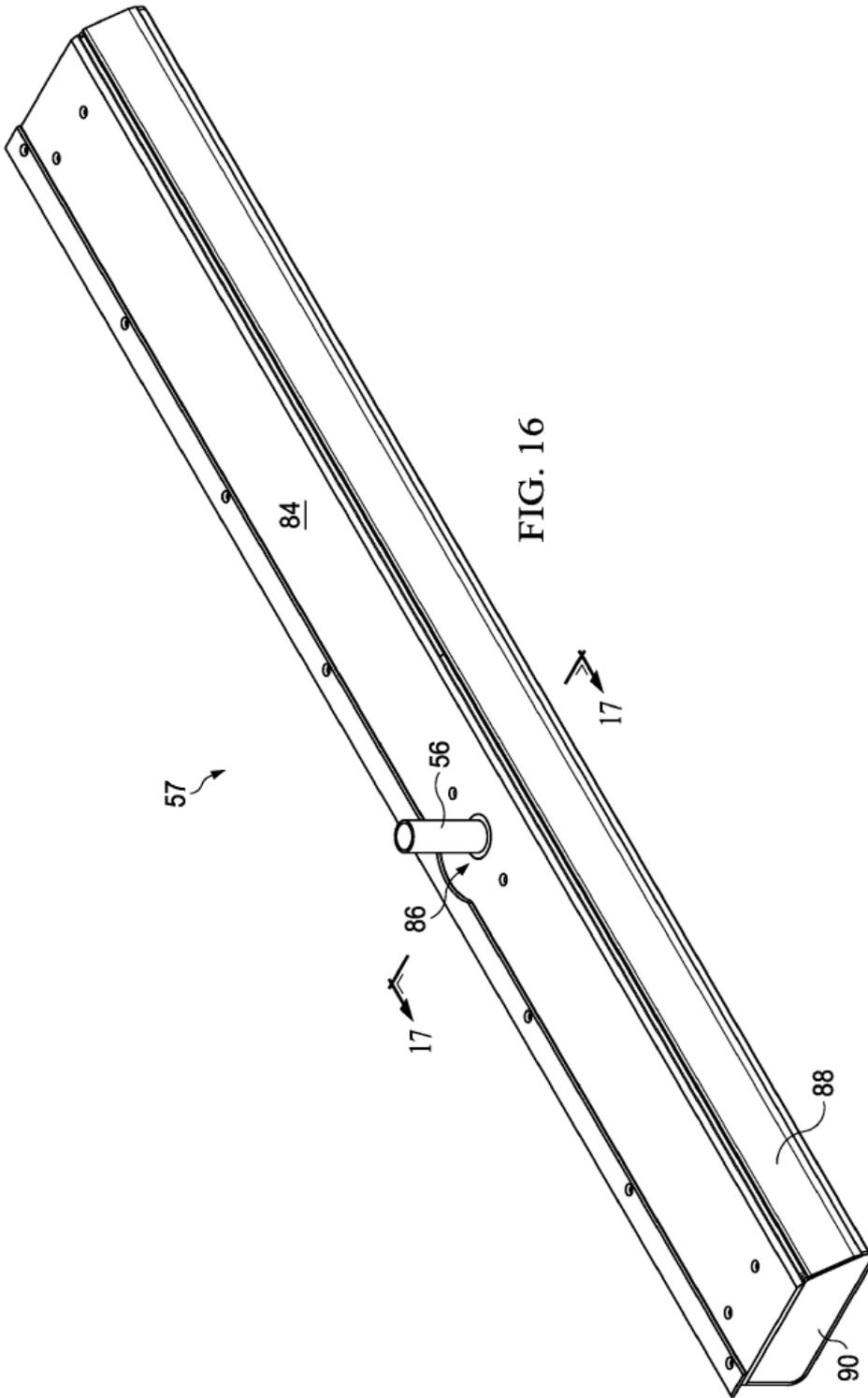


FIG. 15



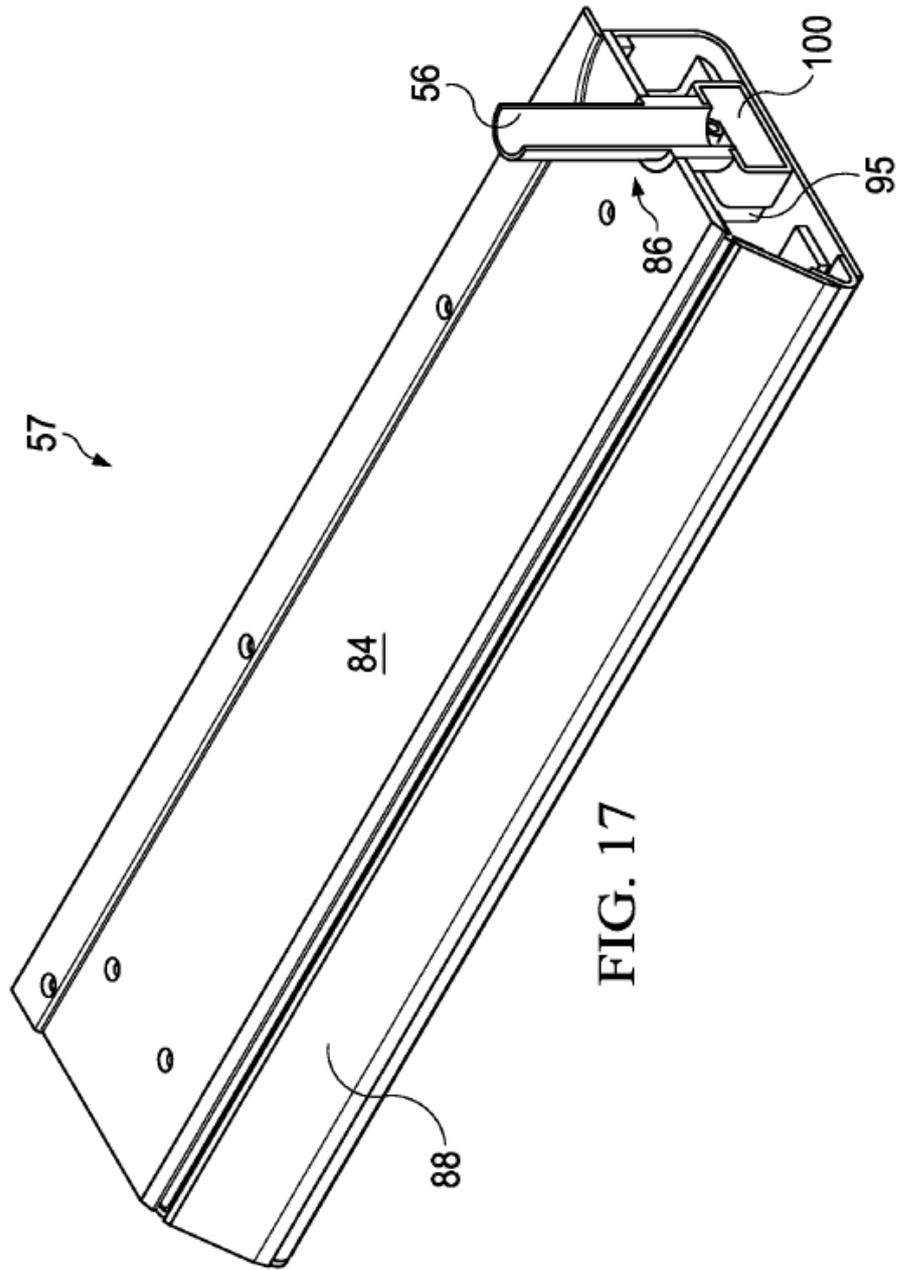


FIG. 17

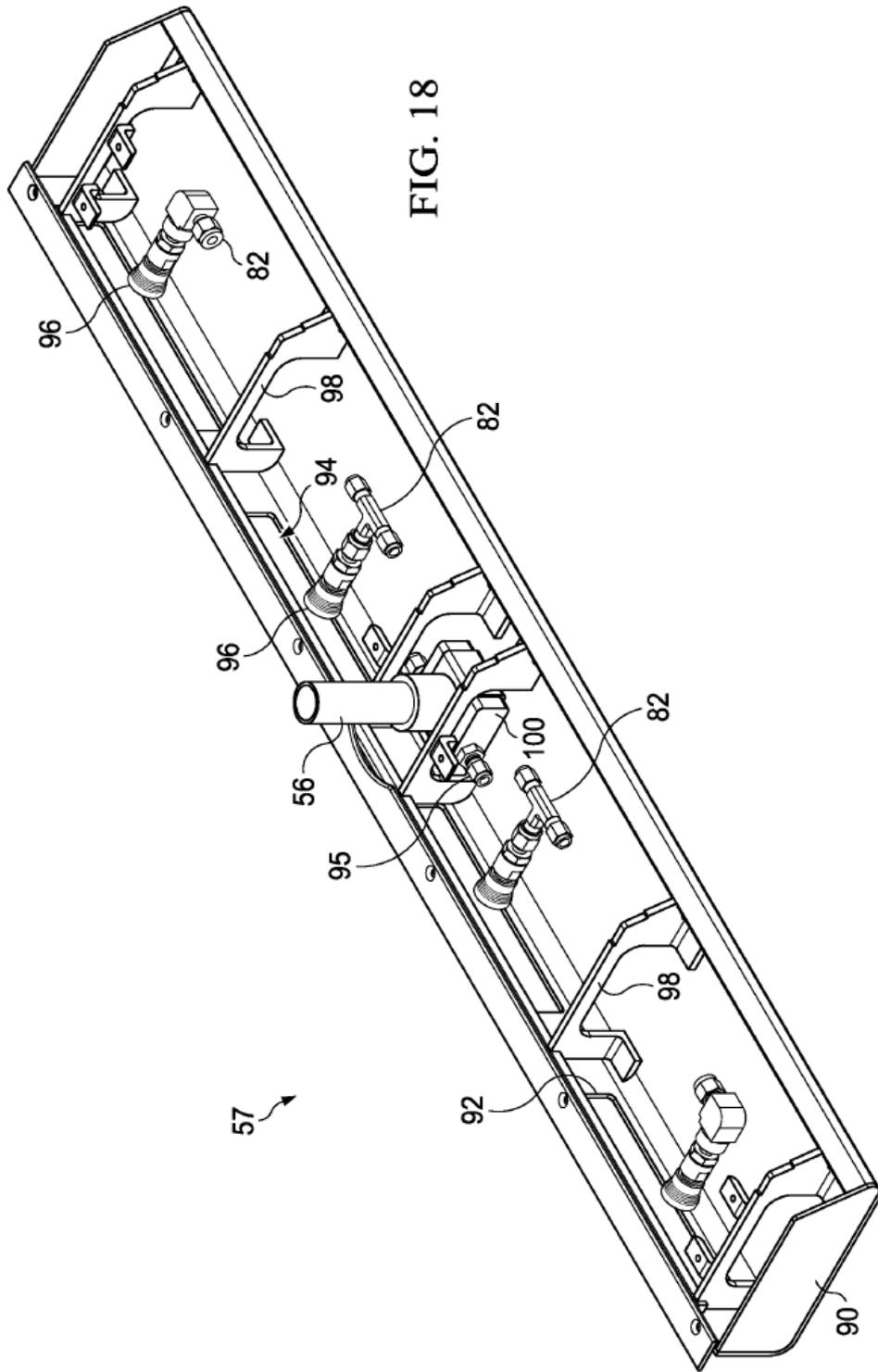
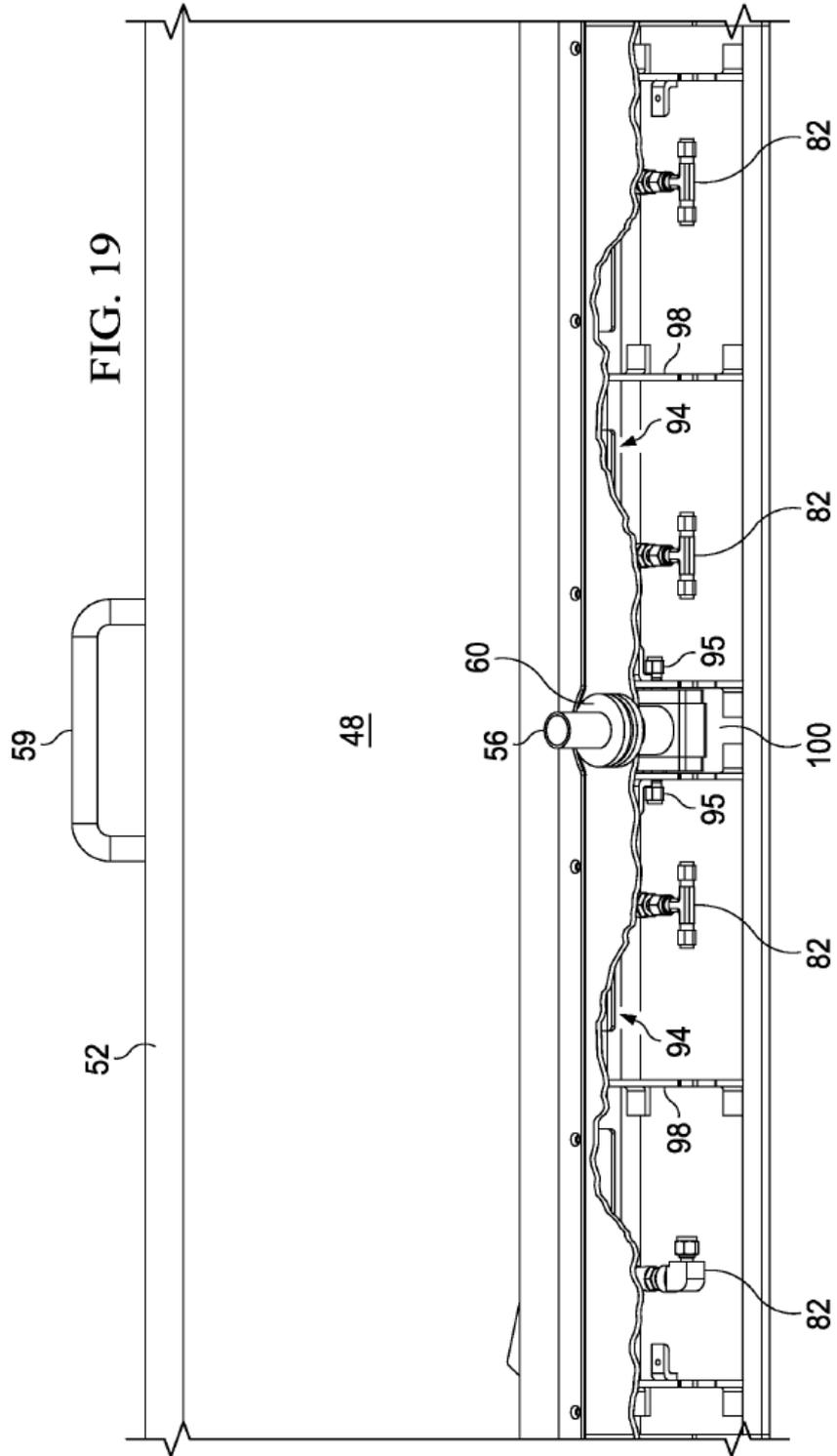


FIG. 18



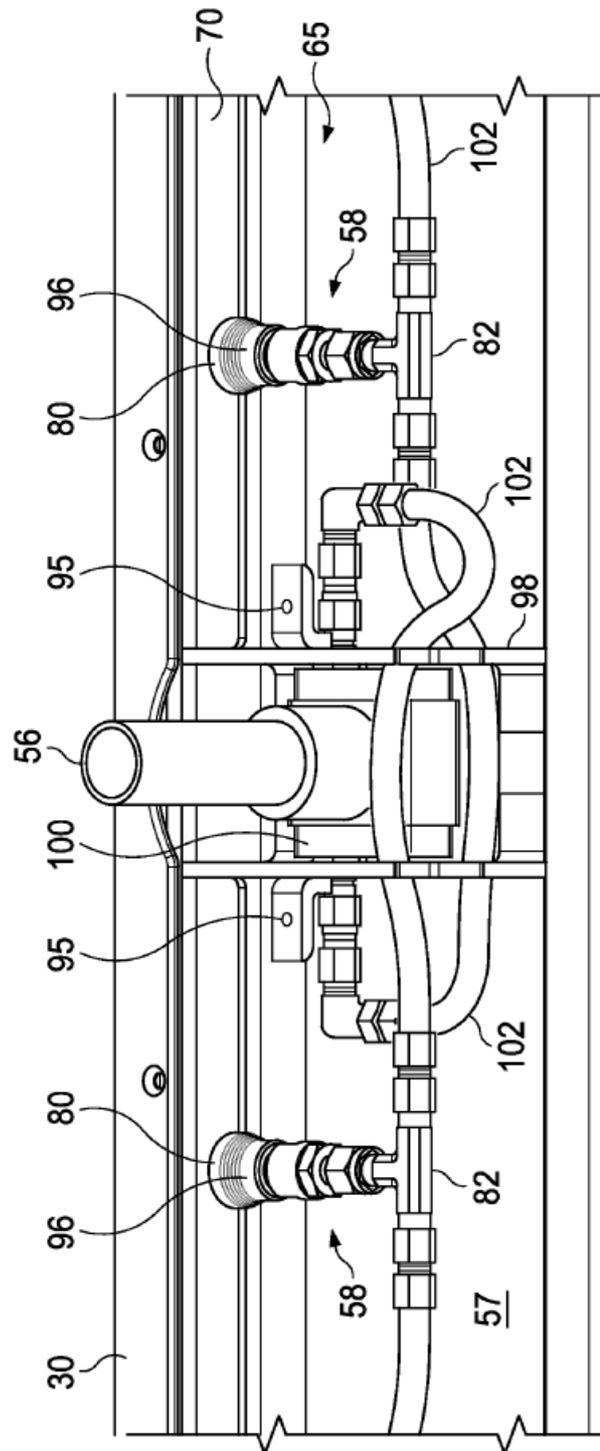


FIG. 20

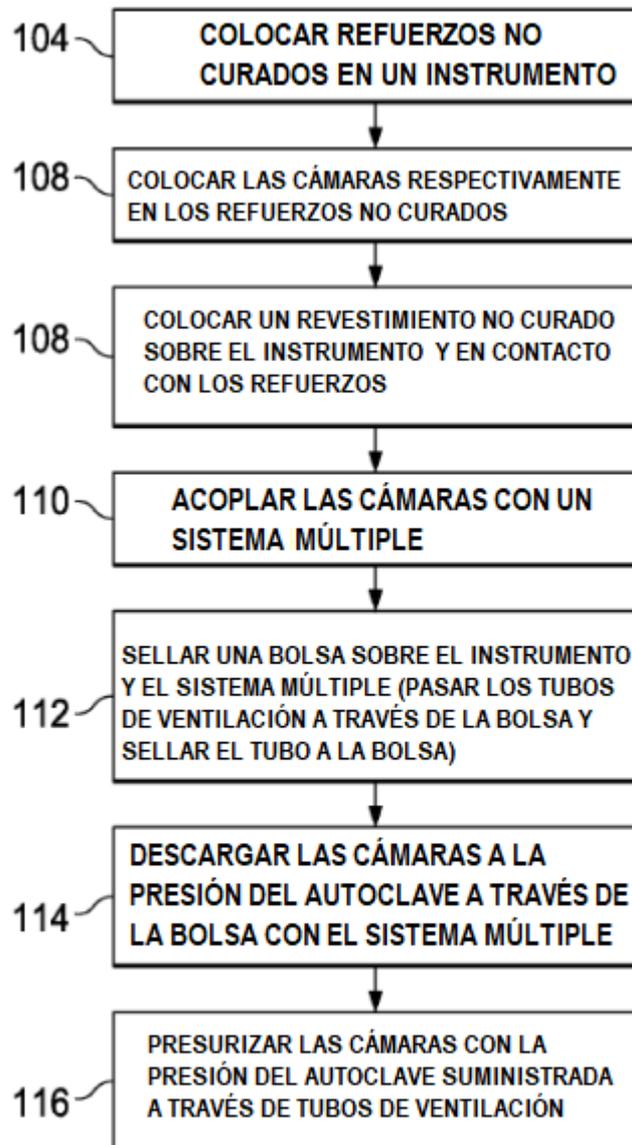


FIG. 21

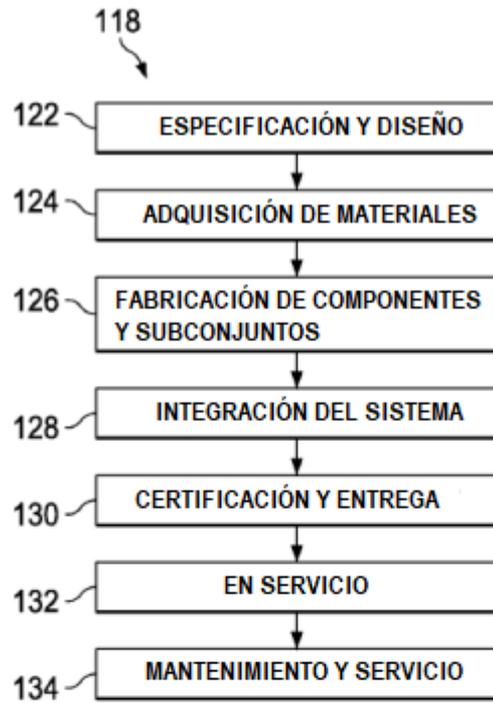


FIG. 22

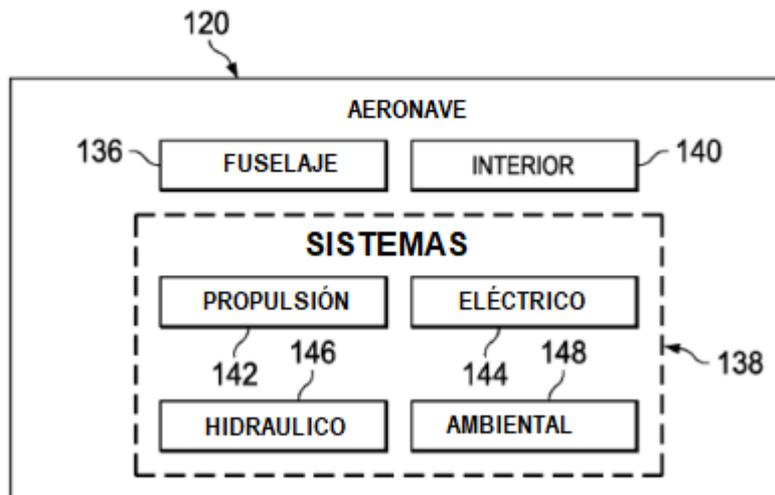


FIG. 23