

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 191**

51 Int. Cl.:

B29C 70/46 (2006.01)

B29L 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012** **E 12181805 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 2561979**

54 Título: **Método para formar rigidizadores compuestos perfilados**

30 Prioridad:

24.08.2011 US 201113217109

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

19.06.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ROTTER, DANIEL M.;
CHAPMAN, MICHAEL R.;
COXON, BRAD A. y
NELSON, PAUL E.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 717 191 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 para formar rigidizadores compuestos perfilados

Información de antecedentes

1. Campo

- 5 Esta divulgación se refiere generalmente a la fabricación de estructuras compuestas, y se refiere más particularmente a un método para formar cargas compuestas planas para dar subestructuras de refuerzo perfiladas, tales como rigidizadores de pala de calibre variable.

2. Antecedentes:

10 Subestructuras de refuerzo compuestas tales como rigidizadores de pala, a veces denominados largueros de pala, se utilizan de manera frecuente en las industrias naval y aeronáutica. Estos largueros pueden fabricarse combinando dos o más elementos rigidizadores. Por ejemplo, pueden fabricarse largueros de tipo pala combinando dos elementos que tienen formas de sección transversal en forma de L o C, parte trasera contra parte trasera. Estos elementos pueden formarse mediante una formación de un paño caliente manualmente de múltiples cargas compuestas encima de un mandril u otra herramienta. Después de la formación, los elementos se colocan parte trasera contra parte trasera y se curan de manera conjunta en una autoclave. La fabricación de largueros de pala utilizando múltiples cargas separadas requiere múltiples herramientas, es un trabajo relativamente intenso y puede aumentar los tiempos de flujo de fabricación.

20 En algunas aplicaciones, rigidizadores tales como los largueros de pala mencionados anteriormente, pueden necesitar perfilarse a lo largo de sus longitudes con el fin de conformar los mismos para dar una estructura tal como un revestimiento de una aeronave perfilada, a la cual deben unirse. Sin embargo, pueden encontrarse dificultades cuando se trata de formar largueros muy perfilados utilizando herramientas convencionales debido a la tendencia de las hojas en la carga a arrugarse a medida que se comprime la carga. Por consiguiente, la fabricación de largueros muy perfilados utilizando compuestos está limitada generalmente para técnicas de disposición en capas a mano en las cuales cada hoja se coloca a mano encima de un troquel u otra herramienta para reducir la posibilidad de que se arrugue la hoja. La técnica de disposición en capas a mano es un trabajo intenso, y por lo tanto costoso, así como relativamente lento. Se presenta un reto añadido, en el que una o más áreas del larguero incluyen disminuciones y/o aumentos de hoja con el fin de hacer corresponder el larguero con el perfil local del revestimiento.

25 Por consiguiente, se necesita un método y aparato para fabricar rigidizadores compuestos tales como largueros de pala utilizando una sola carga compuesta formada con un mecanizado relativamente simple. También se necesita un método y aparato del tipo mencionado anteriormente que permita perfilar los largueros a lo largo de su longitud, incluyendo el perfilado localizado utilizando disminuciones y aumentos de hoja.

30 El documento EP 2 133 263 A2 se refiere a un método sin usar las manos y aparatos relacionados que se utilizan para dar forma, colocar y compactar un larguero compuesto en un revestimiento compuesto de una aeronave. Una carga compuesta se coloca sobre un conjunto de herramientas que se utilizan para dar forma a la carga en un larguero preformado. Con el larguero soportado sobre el conjunto de herramientas, el conjunto de herramientas se utiliza para mover el larguero preformado hacia las proximidades del revestimiento y tanto colocar como compactar el larguero con respecto al revestimiento. Después de la compactación del larguero, el conjunto de herramientas se retira y el revestimiento y el larguero se curan a la vez.

35 El documento US 2006/231981 A1 se refiere a un método y se proporcionan aparatos asociados para formar un elemento estructural compuesto a partir de una carga. La carga puede disponerse sobre un primer troquel del aparato y formarse para una configuración deseada definida por un rebaje del troquel mediante la inserción de un segundo troquel o una herramienta en el rebaje. En algunos casos, el primer troquel puede incluir dos partes que son ajustables en una dirección transversal de manera que el rebaje puede abrirse por la inserción del segundo troquel o herramienta. El segundo troquel o herramienta puede ser un elemento sustancialmente rígido o un elemento hinchable. En cualquier caso, la carga puede disponerse sobre el primer troquel, formado, y después procesado adicionalmente sobre el primer troquel, facilitando así el ajuste de la carga para cada operación.

40 El documento EP 1 481 790 A2 se refiere a un método y se proporciona un aparato para dar forma a una barra de sección (por ejemplo, un larguero con "forma de T" o "forma de J") hecha de material compuesto. El método que comprende las etapas de colocar las láminas reforzadas con fibras apiladas sobre un par de prensas laterales opuestas entre sí con un espacio de separación predeterminado; insertar un punzón a través del espacio de separación desde arriba para plegar las láminas reforzadas con fibras apiladas en la mitad, mientras se soportan los extremos de las láminas reforzadas con fibras apiladas entre superficies superiores de las prensas laterales por elementos de bloqueo; extraer el punzón hacia arriba y, después, presionar las láminas reforzadas con fibras apiladas plegadas por las prensas laterales entre las mismas. Un producto con forma al que se da forma de ese modo es de alta calidad en el cual no se produce una distorsión ("fluctuación") de las láminas reforzadas con fibras apiladas en la hoja u hojas de lado interno de flexión y los extremos de las láminas reforzadas con fibras apiladas están alineadas entre hojas.

La presente invención se expone en las reivindicaciones independientes, exponiéndose algunas características opcionales en las reivindicaciones dependientes de las mismas.

Sumario

5 Las realizaciones divulgadas proporcionan un método para fabricar largueros de tipo pala utilizando un mecanizado simplificado para formar una sola carga compuesta para dar una configuración de larguero deseada. Los costes de mecanizado y los tiempos de flujo del proceso pueden reducirse eliminando la necesidad de formar múltiples cargas y ensamblar múltiples elementos rigidizadores con el fin de lograr la configuración de larguero deseada. Las realizaciones permiten el perfil localizado del larguero alojando aumentos y disminuciones de hojas a lo largo de la longitud del larguero. La carga puede perfilarse a lo largo de su longitud durante la formación con arrugamiento de 10 hojas reducido y/o desalineación de hojas reducida.

Un aparato puede proporcionarse para formar un larguero de pala perfilado de carga compuesta. El aparato comprende un punzón alargado flexible a lo largo de su longitud y un troquel alargado flexible a lo largo de su longitud, contra el cual puede presionarse una carga compuesta generalmente plana formada por el punzón. El aparato incluye además placas flexibles primera y segunda que se apoyan respectivamente en las hojas primera y segunda, y una prensa acoplada a las palas para formar el punzón y el troquel para dar un perfil deseado. 15

Otro aparato puede proporcionarse para formar una carga compuesta para dar un larguero de pala perfilado que tiene una pestaña con al menos una variación de grosor. El aparato incluye placas flexibles primera y segunda, y un punzón alargado y un troquel alargado. Puede presionarse una carga compuesta generalmente plana formada entre el punzón y el troquel. El punzón y el troquel son flexibles a lo largo de sus respectivas longitudes y se intercalan entre las placas primera y segunda. El aparato incluye al menos una primera cuña situada entre una de las placas y el troquel para mantener la presión sustancialmente constante sobre la carga a través de la variación de grosor durante la formación por presión. El aparato comprende además una prensa para doblar las placas para perfilar las partes y el troquel. La cuña es generalmente flexible. 20

De acuerdo con una realización, se proporciona un método para fabricar un rigidizador de pala compuesto. El método comprende formar una carga generalmente plana para dar una forma de sombrero que tiene un par de pestañas utilizando el punzón para secar la carga hacia el interior de una cavidad en un troquel. Una placa se carga sobre el troquel cubriendo las pestañas, y el punzón se fuerza contra la placa para comprimir y soportar las pestañas. La forma de sombrero se forma para dar una pala del larguero apretando el troquel mientras la placa se presiona contra las pestañas por el punzón. 25

De acuerdo con aún otra realización, se proporciona un método para fabricar un rigidizador de pala compuesto perfilado. El método comprende colocar una carga compuesta sustancialmente plana sobre un troquel y formar la carga plana para dar un sombrero utilizando un punzón para presionar la forma contra la carga en el interior de una cavidad en el troquel. El método comprende además perfilar la carga formada doblando el troquel mientras la carga formada está en el troquel. Perfilar la carga formada incluye doblar el punzón mientras el punzón está en el troquel. 30

En resumen, se proporciona un aparato para formar una carga compuesta para dar un larguero de pala perfilado, que incluye un punzón alargado flexible a lo largo de su longitud; un troquel alargado flexible a lo largo de su longitud contra el cual puede presionarse una carga compuesta generalmente plana formada por el punzón; placas flexibles primera y segunda que se apoyan respectivamente en los troqueles primero y segundo; y un mecanismo de cambio de perfil de troquel y punzón acoplados a las placas para cambiar el perfil del punzón y el troquel. 35

Ventajosamente, el aparato en el cual el punzón es plano generalmente e incluye una pluralidad de segmentos de punzón individuales. 40

Ventajosamente, el aparato en el cual el troquel incluye partes de troquel separadas primera y segunda que definen una cavidad de troquel entre las que puede recibirse el punzón.

Ventajosamente, el aparato en el cual las partes del troquel pueden desplazarse lateralmente unas con respecto a otras para presionar la carga entre las mismas, y el aparato comprende, además: elementos extensibles para aplicar una fuerza lateral sobre partes de troquel que aprietan la carga. 45

Ventajosamente, el aparato en el cual los elementos extensibles incluyen un par de tubos flexibles inflables respectivamente sobre lados opuestos de las partes de troquel y adaptadas para acoplarse a una fuente de aire presurizado.

Ventajosamente, el aparato que incluye además al menos una cuña adaptada para enganchar la carga y que tiene un perfil que coincide generalmente con un perfil local en la carga. 50

Ventajosamente, el aparato que incluye además una prensa acoplada a las placas primera y segunda para perfilar las placas mientras la carga está entre el punzón y el troquel.

Ventajosamente, el aparato que incluye además una placa que puede instalarse de manera retirable entre el troquel y el punzón para soportar una parte de la carga durante la formación de la carga.

5 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un aparato para formar una carga compuesta para dar un rigidizador de pala perfilado que tiene una pestaña con al menos una variación de grosor, que incluye placas flexibles primera y segunda; un punzón alargado y un troquel alargado entre los cuales pueden formarse a presión una carga compuesta generalmente plana, siendo el punzón y el troquel flexibles a lo largo de sus respectivas longitudes y estando intercalados entre las placas primera y segunda; y al menos una primera cuña situada entre una de las placas y el troquel; y una prensa para doblar las placas para perfilar el punzón y el troquel.

Ventajosamente, el aparato en el cual la cuña es generalmente flexible.

10 Ventajosamente, el aparato que incluye además una segunda cuña, y en el cual la primera cuña se sitúa entre un primer lado del troquel y la primera placa, y la segunda cuña se sitúa entre un segundo lado del troquel y la segunda placa.

15 Ventajosamente, el aparato en el cual el punzón es generalmente plano e incluye una pluralidad de segmentos de punzón individuales, y el troquel incluye partes de troquel flexibles separadas primeras y segundas que definen una cavidad de troquel entre la cual puede recibirse el punzón.

Ventajosamente, el aparato que incluye además un par de tubos flexibles inflables respectivamente sobre lados opuestos de las partes de troquel y adaptados para acoplarse a una fuente de aire presurizado para aplicar una fuerza lateral sobre las partes del troquel.

20 Ventajosamente, el aparato en el cual la primera cuña incluye un elemento ahusado que corresponde generalmente a la variación de grosor.

25 Según la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un rigidizador de pala compuesto, que incluye formar una carga generalmente plana; utilizar un punzón para formar la carga para dar una forma de sombrero que tiene un par de pestañas conduciendo la carga generalmente plana al interior de una cavidad en un troquel; extraer el punzón de la cavidad de troquel; cargar una placa sobre el troquel cubriendo las pestañas; soportar las partes de pestaña contra el troquel forzando el punzón contra la placa; y formar la forma de sombrero resultante para dar una pala utilizando el troquel para apretar el sombrero mientras las partes de pestaña se soportan contra el troquel.

Ventajosamente, el método que incluye además colocar la carga en el troquel.

Ventajosamente, el método que incluye además colocar una capa de calentamiento sobre la carga sobre el troquel; y calentar la carga a una temperatura de formación utilizando la capa de calentamiento.

30 Ventajosamente, el método que incluye además perfilar la carga a lo largo de su longitud perfilando el troquel y el punzón antes de que se forme la pala.

Ventajosamente, el método que incluye además perfilar la carga a lo largo de su longitud perfilando el troquel y el punzón después de formarse la pala.

35 Ventajosamente, el método que incluye además colocar un elemento de relleno entre las partes de pestaña después de que se ha formado la pala; volver a cargar la placa sobre las partes de pestaña y el elemento de relleno; y comprimir el elemento de relleno conduciendo el punzón hacia abajo contra la placa.

Breve descripción de los dibujos

40 Las características novedosas que se consideran características de las realizaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, las realizaciones ventajosas, así como un modo preferido de utilización, objetivos y ventajas adicionales de las mismas, se entenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ventajosa de la presente divulgación cuando se lee junto con los dibujos que la acompañan, en los cuales:

la figura 1 es una ilustración de una vista lateral de un larguero de pala compuesto perfilado fabricado con el método y el aparato divulgados.

45 La figura 2 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 2-2 en la figura 1.

La figura 3 es una ilustración similar a la figura 2, pero que muestra una forma alternativa del larguero.

La figura 4 es una ilustración de una vista en perspectiva de un aparato de mecanizado utilizado para formar una carga sustancialmente plana para dar los largueros de pala mostrados en las figuras 1-3.

50 La figura 5 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 5-5 en la figura 6, pero que muestra una carga que se está formando.

La figura 6 es una ilustración de una vista en sección tomada a lo largo de la línea 6-6 en la figura 5.

La figura 6A es una vista en planta de una parte de una pala que tiene un aumento, que muestra cómo los bloques de troquel se desplazan para adecuarse al perfil de la pala durante el proceso de formación.

5 La figura 7 es una ilustración de una vista en planta de un mecanismo de cambio de perfil de troquel y punzón que emplea el aparato de mecanizado como se muestra en la figura 4.

La figura 8 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de fabricación del larguero de pala perfilado mostrado en las figuras 1 y 2.

Las figuras 9-25 son ilustraciones esquemáticas del aparato de mecanizado mostrado en la figura 4, que muestran respectivamente las etapas secuenciales del método de fabricación mostrado en la figura 8.

10 La figura 26 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de fabricación del larguero de pala perfilado mostrado en la figura 3.

Las figuras 27-43 son ilustraciones esquemáticas del aparato de mecanizado mostrado en la figura 4, que muestran respectivamente las etapas secuenciales del método de fabricación mostrado en la figura 26.

La figura 44 es una ilustración de un diagrama de flujo de la metodología de producción y funcionamiento de aeronave.

15 La figura 45 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

Con referencia en primer lugar a las figuras 1 y 2, las realizaciones divulgadas se refieren a un método y un aparato para fabricar un rigidizador compuesto alargado, tal como un larguero 50 de tipo pala que tiene una pala 52 sustancialmente plana y una pestaña 54 que se extiende sustancialmente en perpendicular a la pala 52. La pestaña 54 incluye un par de partes 54a de pestaña que se extienden lateralmente desde un extremo de la pala 52, y se conectan a la pala 52 por una sección 60 de radio. El larguero 50 de pala puede tener uno o más perfiles 58 a lo largo de su longitud. En la realización ilustrada, el larguero 50 tiene un perfil 58 sustancialmente constante en el plano 56 curvo de una pestaña 54. En otras realizaciones, el larguero 50 puede tener uno o más de los perfiles 58 que pueden o no ser de curvatura constante. También, como se comentará más adelante en mayor detalle, la pestaña 54 puede tener un calibre o grosor variable T_1 en una o más ubicaciones a lo largo de su longitud para adecuar el larguero 54 a perfiles localizados de una estructura a la cual está unido, tal como un revestimiento 61 de aeronave. También, el grosor T_2 y/o una altura H de la pala 52 pueden variar a lo largo de la longitud del larguero 50.

El método y aparato divulgados pueden utilizarse para fabricar otras configuraciones de largueros 50 de tipo pala, tal como el larguero 50a híbrido en forma de I mostrado en la figura 3. El larguero 50a comprende una pala 52 que tiene un extremo 62 exterior conformado de manera angular, y una pestaña 54. El extremo 62 de pala incluye un relleno 64 compuesto conformado de manera triangular, sin embargo, son posibles incluso otras conformaciones de relleno. La pestaña 54 incluye un rebaje 57 en forma de V en la intersección de partes 54a de pestaña con la pala 52. El rebaje 57 se rellena con un elemento 66 de relleno compuesto que tiene una sección transversal conformada de manera triangular que coincide sustancialmente con la del rebaje 57. Cada uno de los elementos 64,66 de relleno pueden comprender un adhesivo que puede o no estar reforzado con fibras, o alternativamente, puede comprender tiras (no mostradas) de cinta preimpregnada.

Las figuras 4-6 ilustran el aparato 68 de mecanizado que puede emplearse para formar los largueros mostrados en las figuras 1-3 utilizando una sola carga 55 de múltiples hojas sustancialmente planas compuesta. La carga puede comprender múltiples hojas 59 de material compuesto, tales como, sin limitación, un preimpregnado epoxídico de fibra de carbono, y puede incluir aumentos 98 para adecuar la pestaña 54 (figura 2) del larguero 50 a perfiles locales, tales como perfiles locales del revestimiento 61. El aparato 68 de mecanizado comprende de manera amplia un troquel 70 inferior, un punzón 88 superior y un par de placas 72, 74 flexibles, en las cuales están respectivamente montados el troquel 70 y el punzón 88. El troquel 70 comprende un par de partes 70a, 70b de troquel las cuales están separadas para formar una cavidad 86 de troquel y pueden deslizarse, de manera sustancialmente lateral, hacia y en sentido contrario entre sí sobre la placa 72. Cada una de las partes 70a, 70b del troquel se segmenta en 75 y comprende una pluralidad de bloques 76 de troquel que, en el ejemplo ilustrado tienen una sección transversal rectangular generalmente, sin embargo, son posibles otras secciones transversales.

Los bloques 76 de troquel están alineados en una relación uno al lado del otro a lo largo de la longitud de las placas 72, 74 y están unidos entre sí por conectores 78 flexibles los cuales pueden comprender, por ejemplo y sin limitación, una cinta de metal flexible. Los bloques 76 de troquel se montan sobre la placa 72 y se interconectan por conectores 78 de manera que sus respectivos ejes permanecen neutrales durante la formación y perfilado de la carga 55. Los bloques 76 de troquel pueden comprender cualquier material adecuado, relativamente rígido, tales como madera, metal, material cerámico o un compuesto, e incluyen superficies 76a de formación internas y superficies 76b de formación superiores. Un par de elementos 82 de sujeción en forma de L alargados se montan sobre la placa 72, en lados opuestos del troquel 70, y funcionan tanto para retener los bloques 76 de troquel sobre las placas 72 como para

- reaccionar a las fuerzas laterales de formación generadas por los bloques 76 de troquel. Un par de tubos 84 flexibles inflables, a veces denominados como bolsas o elementos hinchables, están intercalados entre los elementos 82 de sujeción y los bloques 76 de troquel, que están adaptados para acoplarse a una fuente adecuada de aire presurizado (no mostrada). Los tubos 84 flexibles pueden estar presurizados selectivamente con el fin de aplicar una fuerza lateral sobre los bloques 76 de troquel durante las operaciones de formación y/o perfilado. Otros mecanismos, sin embargo, pueden proporcionarse para aplicar fuerza lateral a los bloques 76 de troquel.
- El punzón 88 es sustancialmente plano e incluye hendiduras 90 que segmentan el punzón 88 en una pluralidad de partes 92 de punzón que permiten al punzón 88 flexionarse a lo largo de su longitud en un plano (no mostrado) que es sustancialmente perpendicular al plano 56 (figuras 1 y 2) de la pestaña 54. El punzón 88 puede estar formado por cualquier material rígido adecuado, como metal, material cerámico o un compuesto.
- Como se ha mencionado anteriormente, el larguero 50 puede tener un grosor de pestaña variable T_1 en áreas localizadas a lo largo de su longitud con el fin de adecuar el larguero 50 a perfiles locales del revestimiento 61 (figura 1). Con el fin de adaptar estas variaciones de grosor de manera que se aplica presión constante a la carga 55 en estas áreas localizadas, pueden proporcionarse cuñas 80, 94 superior e inferior de perfil adecuado. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 4 y 6, la carga 55 puede incluir hojas 98 de aumento en el área de las partes 54a de pestaña (figura 2). Con el fin de garantizar que se aplica presión de formación sustancialmente uniforme sobre el área de las hojas 98 de aumento, las cuñas 94 superiores incluyen un perfil 96 que se adecua sustancialmente a la forma de sección transversal de las hojas 98 de aumento. Aunque no se muestra en las figuras, las cuñas 80 inferiores también pueden contener uno o más perfiles a lo largo de sus longitudes bajo los bloques 76 de troquel con el fin de adaptar las variaciones de grosor en las partes 54a de pestaña del larguero 50. También, la cuña 80 inferior puede reducirse en sección (no mostrado) en el área bajo la cavidad 86 de troquel (figura 4) con el fin de alterar la altura de la pala a lo largo de su longitud. Las cuñas 80, 94 pueden estar formadas de cualquier material sustancialmente no comprimible que transmitirá la fuerza a la carga 55, que aún es flexible en la magnitud necesaria para permitir a las cuñas 80, 94 doblarse durante el perfilado del aparato 68 de mecanizado.
- En referencia a la figura 6A, como se ha mencionado anteriormente, el grosor T_2 de la pala 52 de larguero puede variar a lo largo de su longitud. Por ejemplo, la pala 52 puede tener aumentos 97 locales que incrementan el grosor de la pala T_2 . Durante el proceso de formación, los bloques 76 de troquel en el área 99 del aumento 97 se deslizan lateralmente hacia fuera sobre la placa 72 inferior, para así adecuarse al perfil presentado por el aumento 97, y mantener la presión de formación sustancialmente constante sobre la pala 52.
- La figura 7 ilustra un mecanismo 105 de cambio de perfil de troquel y punzón que incorpora el aparato 68 de mecanizado mostrado en las figuras 4-6. El mecanismo 105 de cambio de perfil de troquel y punzón puede comprender, por ejemplo y sin limitación, una prensa 105. Una pluralidad de actuadores 100 individuales separados están montados respectivamente sobre placas 104 de prensa opuestas que están adaptadas para el movimiento hacia y en sentido contrario una con respecto a la otra, como se muestra por las flechas 106. El aparato 68 de mecanizado está dispuesto entre las placas 104 de prensa. Las placas 104 de prensa pueden estar acopladas a mecanismos que se hacen funcionar con energía adecuados como actuadores cilíndricos (no mostrados) para desplazar las placas 104 de prensa, que abren y cierran el aparato 68 de mecanizado durante una operación de formación de carga. Cada uno de los actuadores 100 incluye un émbolo 102 acoplado a una de las placas 72, 74 que aplica una fuerza a las placas 72, 74, con el fin de doblar las placas 72, 74 que a su vez dan perfil longitudinalmente el aparato 68 de mecanizado, y, por lo tanto, la carga 55 formada. Otros mecanismos pueden emplearse para perfilar longitudinalmente el aparato 68 de mecanizado tal como lo que se divulga en la publicación de patente US 20100102482 publicada el 29 de abril de 2010, la divulgación completa de la cual se incorpora como referencia en el presente documento.
- Se dirige la atención ahora a la figura 8 que describe las etapas individuales de un método de fabricación de largueros de pala perfilados; estas etapas también se muestran secuencialmente, en forma de diagrama, en las figuras 9-25. Empezando en la etapa 110, se carga 146 una carga 55 de múltiples hojas sustancialmente planas compuesta en los bloques 76 de troquel (figura 9), con un punzón 88 en una posición elevada. Una parte 52 de pala central de la carga 55 se superpone a la cavidad 86 de troquel, y las partes 54a de pestaña externas de la carga 55 se extienden lateralmente más allá de los bloques 76 de troquel. Pueden colocarse tiras de adhesivo 148 sobre la carga 55, o bien antes o bien después de cargar la carga 55 en los bloques 76 de troquel. A continuación, como se muestra en la etapa 112 en la figura 8, se carga 152 una capa 150 de calentamiento (figura 10) en la carga 55. A continuación, en la etapa 114, se calienta la carga (figura 11) utilizando la capa 150 de calentamiento, de ese modo atemperando la carga 55 a una temperatura de formación adecuada. Otros tipos de dispositivos de calentamiento pueden utilizarse para calentar la carga 55, que incluyen, pero no se limitan a calentadores de tipo inductivo y radiante (no mostrados). En la etapa 116, la capa 150 de calentamiento se descarga en la 154, como se muestra en la figura 12. En la etapa 118, se forma una parte 52 de pala de la carga 55 para dar un sombrero 156 (figura 13) forzando 158 el punzón 88 en la cavidad de troquel 86. A medida que el sombrero 156 se está formando como se muestra en la figura 13, se aplica un primer nivel intermedio de presión P_1 a los bloques 76 de troquel por los 82 tubos flexibles con el fin de mantener los bloques 76 de troquel cargados contra la carga 55. Sin embargo, este nivel intermedio de presión P_1 es menor que la presión lateralmente hacia fuera desarrollada por el punzón 88, por consiguiente, aunque están cargados contra el sombrero 156, los bloques 76 de troquel se mueven lateralmente 168 hacia el exterior hasta que está completamente formada la sección 156 de sombrero dentro de la cavidad 86.

A continuación, en la etapa 120, mientras se mantiene la presión lateralmente hacia el interior P1 contra el sombrero 156 por los bloques 76 de troquel (figura 14), la placa 74 superior aplica presión 164 a las partes 54a de pestaña, formando este último contra los bloques 76 de troquel. Opcionalmente, en la etapa 122, se da perfil a la carga 55 formada parcialmente (figura 15) perfilando 85 el aparato 68 de mecanizado mientras la presión lateralmente hacia el interior P1 continúa manteniéndose sobre el sombrero 156 por los bloques 76 de troquel. Perfilar 85 el aparato 68 de mecanizado puede realizarse por la prensa mostrada en la figura 7 descrita previamente que dobla las placas 72, 74 en un plano (no mostrado) que es sustancialmente paralelo al plano 56 de la pestaña 54 (véase las figuras 1 y 2). A medida que las placas 72, 74 se doblan en una curvatura deseada, tanto el punzón 88 como el troquel 78 se flexionan y adecuan a la curvatura de las placas 72, 74. Como se ha descrito anteriormente en relación con las figuras 4-6, las cuñas 80, 94 superior e inferior mantienen sustancialmente constante la presión de formación sobre las partes 54a de pestaña a medida que se está perfilando 85 el aparato 68 de mecanizado a la forma deseada.

En la etapa 124 en la figura 8, el punzón 88 se retrae de la cavidad 86 de troquel (figura 16). A continuación, en la etapa 126, se carga 162 una placa 160 sustancialmente plana (figura 17) en las partes 54a de pestaña. En la etapa 128, se hace descender 158 al punzón 88 (figura 18) para entrar en contacto con la placa 160, de ese modo cargando la placa 160 contra las partes 54a de pestaña, de ese modo inmovilizando las partes 54a de pestaña. A continuación, en la etapa 130, mientras las partes 54a de pestaña se soportan en su sitio contra los bloques 76 de troquel por la fuerza aplicada por la placa 160 y el punzón 88, se aplica la presión P2 (figura 19) a los bloques 76 de troquel por los tubos 82 flexibles que aprietan el sombrero 156 en una pala 52. La presión P2 es una presión de formación que es mayor que la presión P1 aplicada a los bloques 76 de troquel durante las etapas 118-122.

En la etapa 134 mostrada en la figura 8, el punzón 88 se retrae 180 (figura 20), y la placa 160 se retira 167 dejando un rebaje 165 en forma de V entre las partes 54a de pestaña. En la etapa 136 mostrada en la figura 8, un elemento 66 de relleno compuesto se coloca en el rebaje 165, como se muestra en la figura 21. A continuación, en la etapa 138, una tira de adhesivo 174 (figura 22) y una capa 172 de tejido se colocan sobre el elemento 66 de relleno. En la etapa 140, se vuelve a cargar la placa 160, superpuesta a la pestaña 54 (figura 23). Después, como se muestra en la etapa 142, la capa 172 de tejido, la tira 174 adhesiva y el elemento 66 de relleno se comprimen desplazando el punzón hacia abajo como se muestra en la figura 24 en contacto con la placa 160. Finalmente, en la etapa 144, y como se muestra en la figura 25, el punzón 88 se retrae 180, la placa 160 se retira 184, permitiendo que el larguero 50 de pala formado completamente se extraiga del aparato 68 de mecanizado.

Debe observarse aquí que, en la realización del método descrita anteriormente, se realiza el perfilado del aparato 68 de mecanizado cuando la carga 55 está en un estado parcialmente formado como se muestra en la figura 15. Alternativamente, sin embargo, la carga 55 puede perfilarse en la etapa 132, después de que el sombrero 156 se ha comprimido en la pala 52 mostrada en la figura 19. Perfilar el aparato 68 de mecanizado es opcional y no se requiere cuando se utiliza el aparato 68 de mecanizado para formar largueros sustancialmente rectos (no mostrados). Cuando no se requiere el perfilado de larguero, no es necesario realizar las etapas 122-132. En cualquier caso, el método divulgado puede permitir ventajosamente el deslizamiento de hoja durante el proceso de formación y/o perfilado que puede reducir el arrugamiento de hoja y dar como resultado partes terminadas que tienen características superiores y/o muestran un mejor rendimiento. Además, en otra realización, se realiza el perfilado de la carga 55 a lo largo de su longitud después de que se forme la parte 52 de pala, pero antes de formar las partes 54a de pestaña en los bloques 76 de troquel. El elemento 66 de relleno se coloca en el rebaje 165 después de que se han formado las partes 54a de pestaña en la parte 52 de pala perfilada. Esta última realización del método mencionado puede facilitar el proceso de perfilado, particularmente donde se están fabricando largueros 50 perfilados en mayor medida, dando como resultado calidad de parte mejorada con menos arrugamiento y/o perfilado más fácil de la carga 55.

Se dirige la atención ahora a la figura 26, junto con las figuras 27-43 relacionadas, las cuales ilustran etapas de un método de fabricación de un larguero 50a de pala de tipo híbrido, tal como el que se muestra en la figura 3. Como puede observarse en las figuras 27-43, el aparato 68 de mecanizado utilizado para fabricar el larguero 50a mostrado en la figura 3 es sustancialmente similar al descrito previamente, con dos excepciones. Específicamente, como se muestra en la figura 27, el extremo del punzón 88 incluye un rebaje 88a generalmente en forma de V a lo largo de la longitud del punzón 88 que coincide sustancialmente con el tamaño y la forma de un elemento 64 de relleno triangular. De manera adicional, cada uno de los bloques 78 de troquel incluye un bisel 155 o chaflán a lo largo de un borde inferior que ayuda en la formación del extremo 62 exterior conformado de manera angular de la pala 52 mostrado en la figura 3.

Se hace referencia ahora a la figura 26, en la etapa 188 se carga 220 una carga 55 compuesta sustancialmente plana (figura 27) en los bloques 76 de troquel. Pueden aplicarse tiras de adhesivo 148 en la carga 55, después de lo que el elemento 64 de relleno superior se coloca sobre la tira 148 adhesiva central. A continuación, en la etapa 190, se carga 222 una capa 150 de calentamiento (figura 28) sobre la carga 55. En la etapa 192 en la figura 26, la capa 150 se utiliza para calentar la carga 55 (figura 29) a una temperatura de formación adecuada. En la etapa 194 en la figura 26 se descarga 224 la capa 150, como se muestra en la figura 30. En la etapa 196 el punzón 88 se desplaza hacia abajo en la cavidad 86 de troquel (figura 31) para formar la carga 55 para dar un sombrero 156. A medida que el punzón 88 continúa moviéndose hacia abajo a través de la cavidad 86, la placa 74 superior entra en contacto con las partes 54a de pestaña, y forma la anterior contra los bloques 76 de troquel. Durante la etapa 196, se aplica presión lateral P1 a los bloques 76 de troquel por los tubos 82 flexibles hinchables (véanse las figuras 4 y 5).

5 En la etapa 198, se retrae el punzón 88 (figura 33) y en la etapa 200, se carga 226 una placa 160 sustancialmente plana (figura 34) en las partes 54a de pestaña de la carga 55 parcialmente formada. En la etapa 202, se carga el punzón 88 contra la placa 66 (figura 35) que aplica presión a las partes 54a de pestaña para soportar las mismas contra los bloques 76 de troquel. En la etapa 204, se aplica presión lateral P2 (figura 36) por los tubos 82 flexibles a los bloques 76 de troquel, provocando que los bloques 76 de troquel compriman el sombrero 156 (figura 35) para dar una pala 52.

10 A continuación, en la etapa 206 y como se muestra en la figura 37, se retira el punzón 88 de la placa 74 y el larguero 52 formado puede perfilarse 85 opcionalmente perfilando el aparato 68 de mecanizado utilizando una prensa tal como la que se muestra en la figura 7 que aplica una fuerza 164 a las placas 72, 74 para doblar las placas 72 74 para dar el perfil deseado. Durante el perfilado 85 del aparato 68 de mecanizado en la etapa 206, se mantiene la presión hacia el interior lateral P2 sobre los bloques 76 de troquel por los tubos 82 flexibles.

15 A continuación, perfilar el larguero 52 en la etapa 206, se retrae 180 el punzón 88 como se muestra en la etapa 208, y se retira 228 la placa 160. En la etapa 210 en la figura 26, se carga un elemento 66 de relleno inferior (figura 39) en el rebaje 165 entre las partes 54a de pestaña. A continuación, como se muestra en la etapa 212 en la figura 26, una tira de adhesivo 148 y una capa de tejido 225 se coloca sobre el elemento 66 de relleno (véase la figura 30). Como se muestra en la etapa 214 en la figura 26, se vuelve a cargar 230 la placa 160 en las partes 54a de pestaña (figura 41). En la etapa 216, se desplaza el punzón 88 hacia abajo para ponerse en contacto con la placa 160 que comprime la capa de tejido 225 y adhesivo 148 contra el elemento 66 de relleno. Durante la etapa 216, se mantiene la presión P1 sobre los bloques 76 de troquel. Finalmente, en la etapa 218 en la figura 26, se retrae 180 el punzón 88 (figura 43), se retira 232 la placa 160 y se extrae el larguero 52 completo del aparato 68 de mecanizado.

25 Como se ha mencionado previamente, perfilar el aparato 68 de mecanizado es opcional cuando se lleva a cabo el método mostrado en las figuras 26-43, y no se requiere cuando se utiliza el aparato 68 de mecanizado para formar largueros sustancialmente rectos (no mostrados) que tienen forma híbrida I mostrada en la figura 3. Cuando no se requiere el perfilado del larguero, no es necesario realizar las etapas 198-206. En la realización descrita en relación con las figuras 27-43, se realiza el perfilado de la parte 52 de pala 52 después de que se han formado las partes 54a de pestaña. Alternativamente, sin embargo, sería preferible en otras realizaciones formar las partes 54a de pestaña después de que se hayan formado las partes 52 de pala, después de lo cual puede instalarse el elemento 66 de relleno superior. Mediante el perfilado de la carga 55 antes de que se hayan formado las partes 54a de pestaña, el proceso de perfilado puede ser más fácil y/o puede mejorarse la calidad de las partes.

30 Realizaciones de la divulgación pueden encontrar utilización en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, que incluyen, por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, marítimas, automovilísticas y otras aplicaciones donde se pueden utilizar equipos de disposición en capas automatizados. Por tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 44 y 45, pueden utilizarse realizaciones de la divulgación en el contexto de un método 236 de funcionamiento y fabricación de aeronave como se muestra en la figura 44 y una aeronave 238 como se muestra en la figura 45. Aplicaciones de aeronave de las realizaciones divulgadas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, disposición en capas de elementos de rigidizador tales como, sin limitación, elementos transversales y largueros. Durante la preproducción, el método 236 de ejemplo puede incluir diseño y especificación 240 de la aeronave 238 y aprovisionamiento de material 242. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 244 y la integración de sistemas 246 de la aeronave 238. Después de esto, la aeronave 238 puede pasar por la entrega y certificación 248 con el fin de ponerse en funcionamiento 250. Mientras está en funcionamiento por un cliente, la aeronave 238 está programada para el funcionamiento y mantenimiento de rutina 250, que también pueden incluir modificación, reconfiguración, renovación, etcétera.

45 Cada uno de los procesos del método 236 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, una tercera persona, 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 aeronave y subcontratistas de sistema principal; una tercera persona puede incluir sin limitación cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, compañía de arrendamiento, entidad militar, organización de servicios, etcétera.

50 Como se muestra en la figura 45, la aeronave 238 producida por el método 236 ejemplar puede incluir un fuselaje 254 con una pluralidad de sistemas 256 y un interior 258. Ejemplos de sistemas 256 de alto nivel incluyen uno o más de un sistema 260 de propulsión, un sistema 262 eléctrico, un sistema 264 hidráulico y un sistema 266 medioambiental. Se puede 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 automovilística.

55 Sistemas y métodos realizados en el presente documento pueden emplearse durante una o más de las fases del método 236 de funcionamiento y producción. Por ejemplo, componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 244 pueden fabricarse o elaborarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 238 está en funcionamiento. También, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de las mismas pueden utilizarse durante las etapas 244 y 246, por ejemplo, acelerando sustancialmente el ensamblaje de o reduciendo el coste de una aeronave 238. De manera similar, una o más de las realizaciones del aparato, realizaciones del método o una combinación de las mismas pueden

utilizarse mientras la aeronave 238 está en funcionamiento, por ejemplo y sin limitación, para el funcionamiento y mantenimiento 252.

5 La descripción de las diferentes realizaciones ventajosas se ha presentado para propósitos de ilustración y descripción, y no está destinada a ser exhaustiva o limitativa a las realizaciones en la forma divulgada. Muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para aquellos expertos habituales en la técnica. Además, diferentes realizaciones ventajosas pueden proporcionar diferentes ventajas comparadas con otras realizaciones ventajosas. La realización o realizaciones seleccionadas se eligen y describen con el fin de explicar de la mejor manera los principios de las realizaciones, la aplicación práctica, y para permitir que otros expertos habituales en la técnica entiendan la divulgación para diversas realizaciones con diversas modificaciones que se adaptan a la utilización particular prevista.

10

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un rigidizador (50) de pala compuesto, que comprende:
- 5 formar una carga (55) generalmente plana;
- utilizar un punzón (88) para formar la carga para dar una forma de sombrero que tiene un par de pestañas (54) conduciendo la carga generalmente plana hacia el interior de una cavidad (86) en un troquel (70);
- extraer el punzón de la cavidad de troquel;
- cargar una placa (160) sobre el troquel cubriendo las pestañas;
- soportar las partes (54a) de pestaña contra el troquel forzando el punzón contra la placa; y
- 10 formar la forma de sombrero resultante para dar una pala utilizando el troquel para apretar el sombrero mientras las partes de pestaña se soportan contra el troquel.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende, además:
- colocar la carga en el troquel.
3. Método según o bien la reivindicación 1 o bien la reivindicación 2, que comprende, además:
- 15 colocar una capa (150) de calentamiento sobre la carga sobre el troquel; y
- calentar la carga a una temperatura de formación utilizando la capa de calentamiento.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende, además:
- perfilear la carga a lo largo de su longitud perfilando el troquel y el punzón antes de que se forme la pala.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además:
- perfilear la carga a lo largo de su longitud perfilando el troquel y el punzón después de que se forme la pala.
- 20 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además:
- colocar un elemento (66) de relleno entre las partes de pestaña después de que se haya formado la pala;
- cargar de nuevo la placa sobre las partes de pestaña y el elemento de relleno; y
- comprimir el elemento de relleno conduciendo el punzón hacia abajo contra la placa.

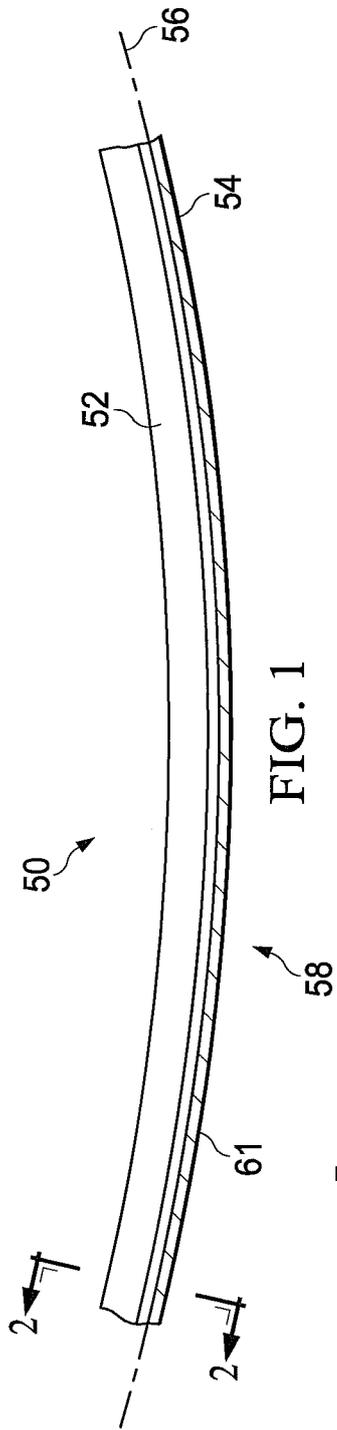


FIG. 1

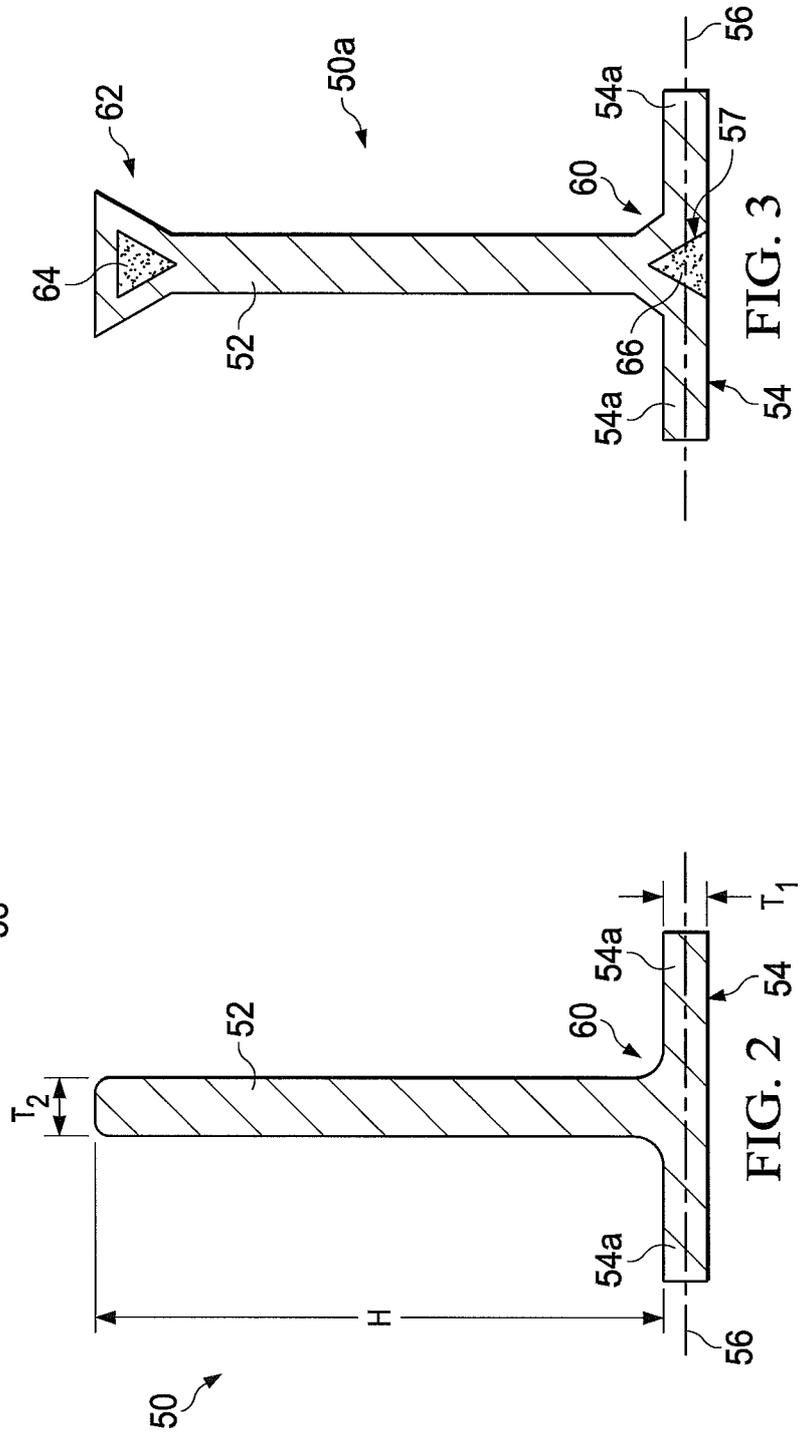
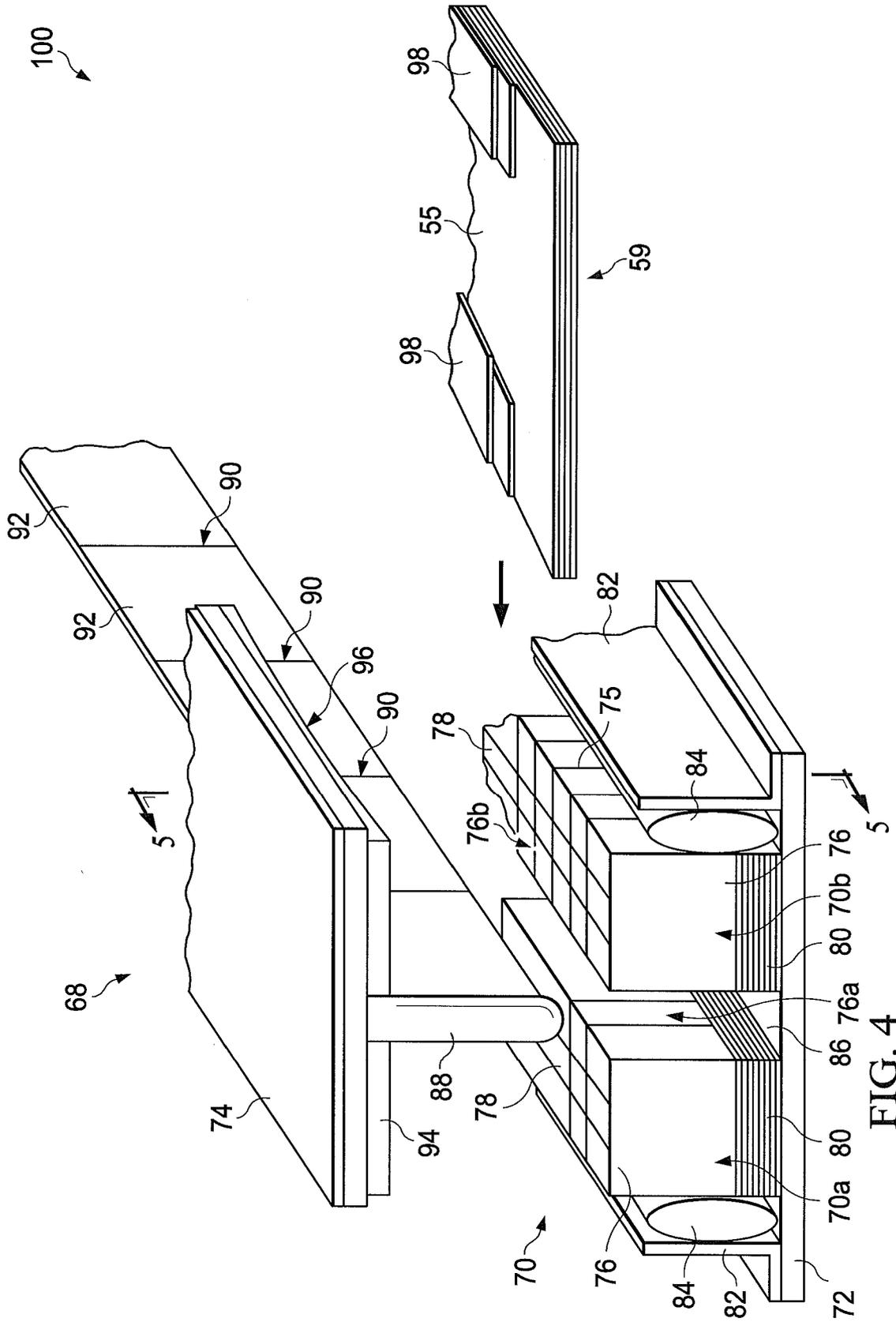


FIG. 3

FIG. 2



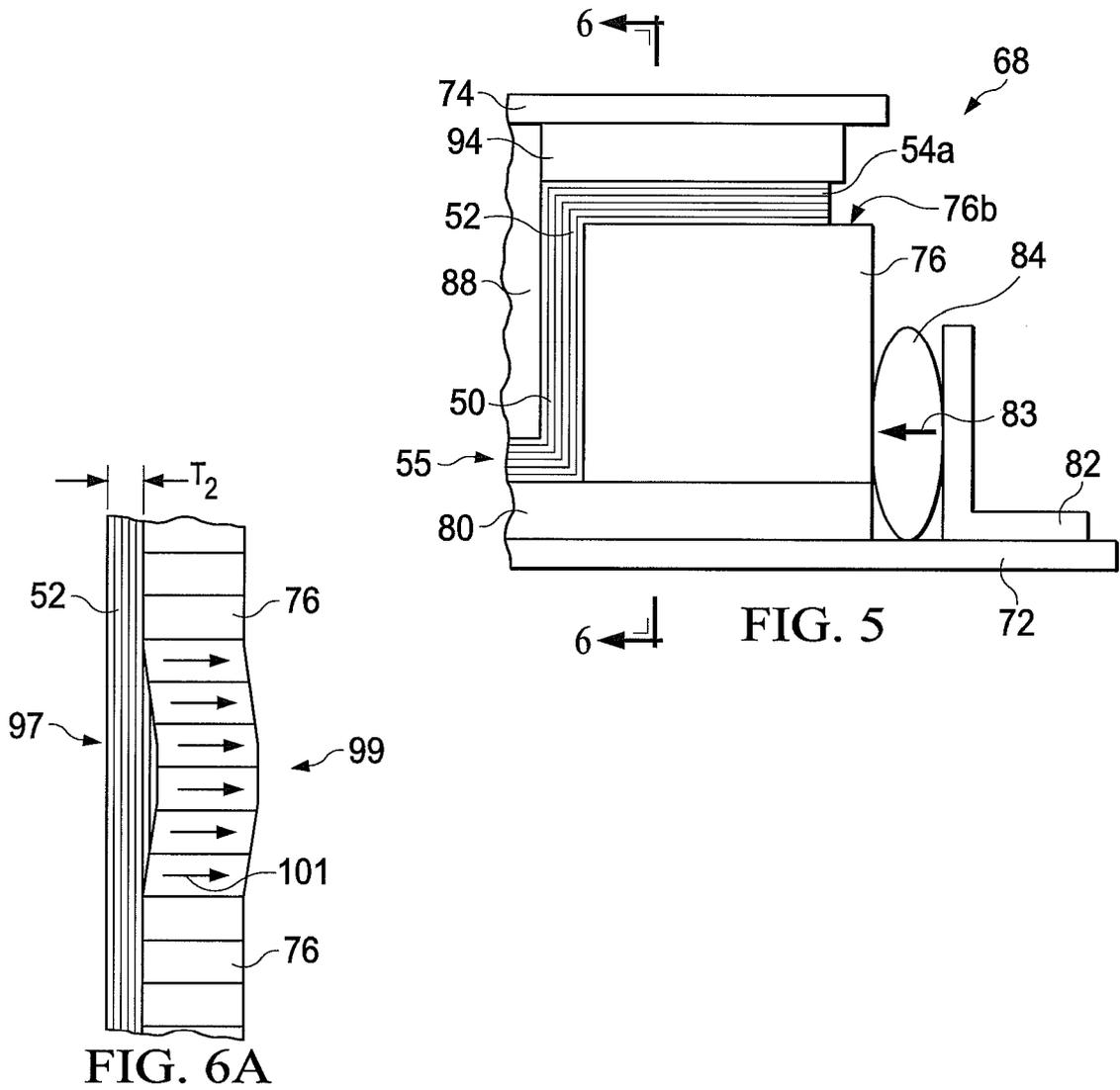


FIG. 6A

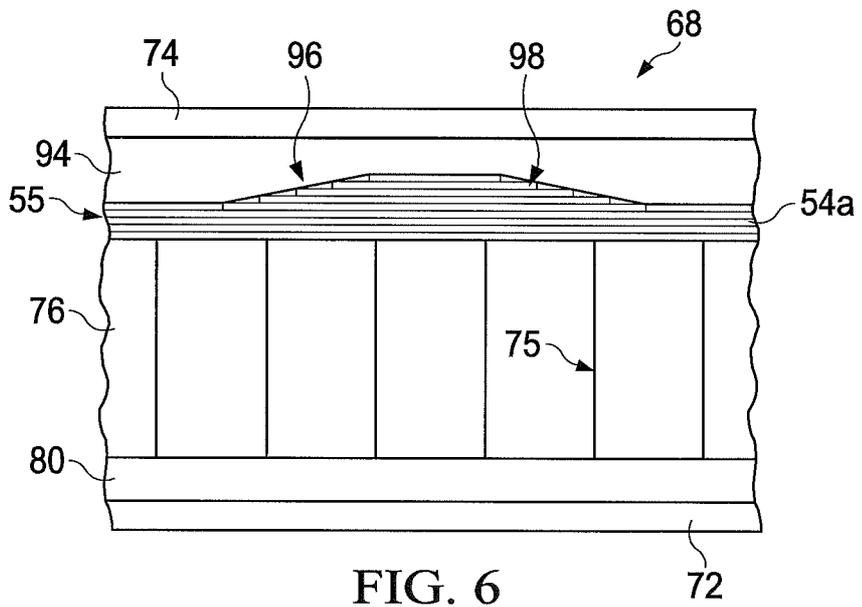


FIG. 6

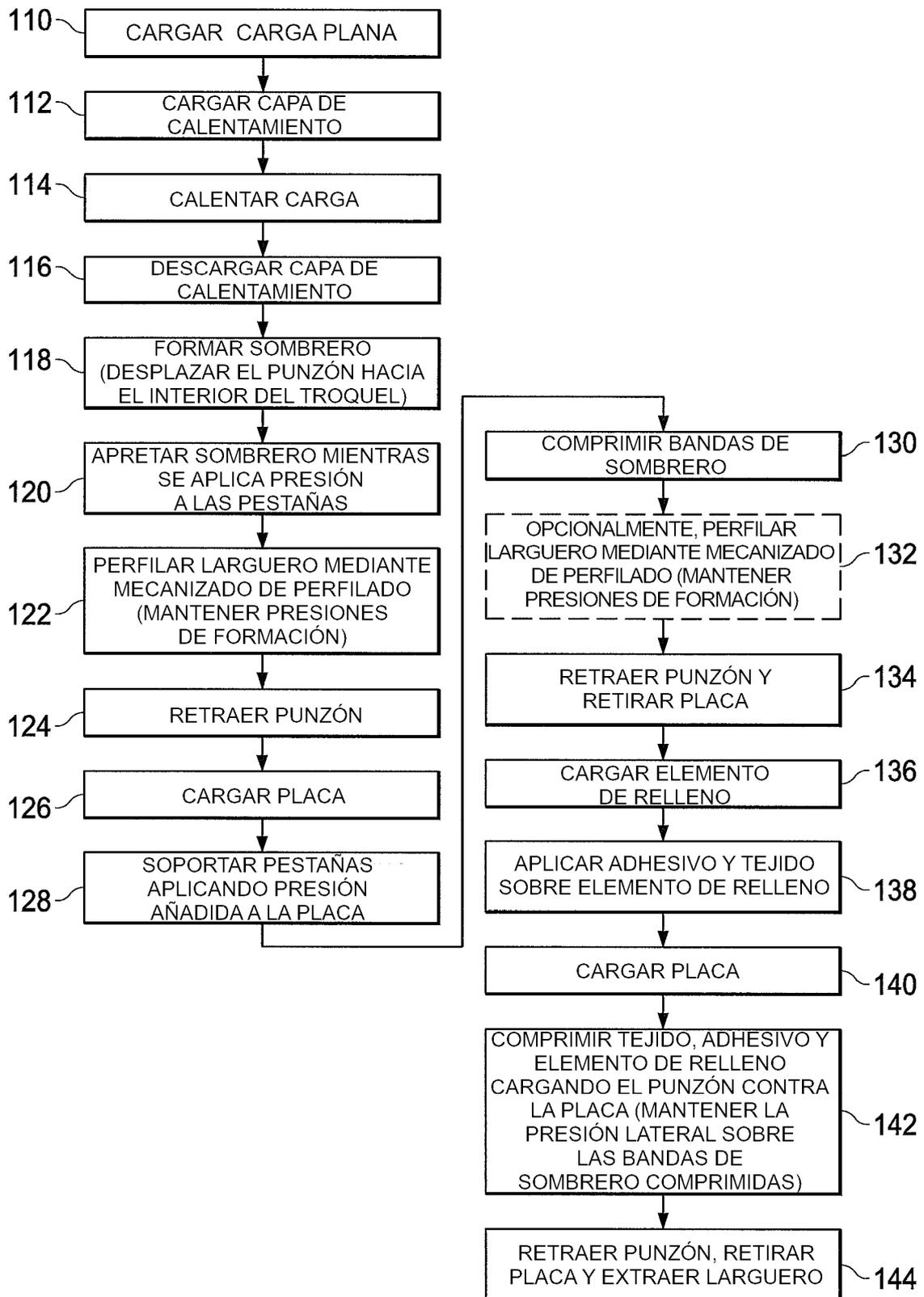


FIG. 8

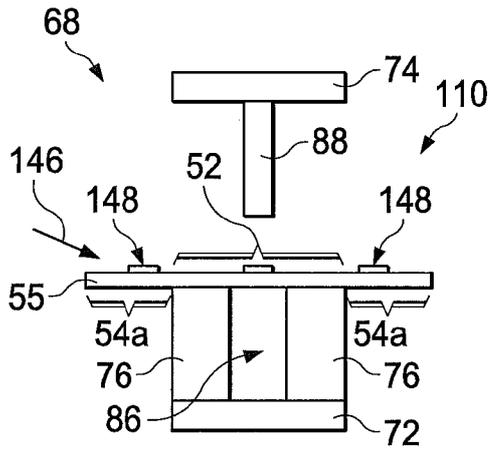


FIG. 9

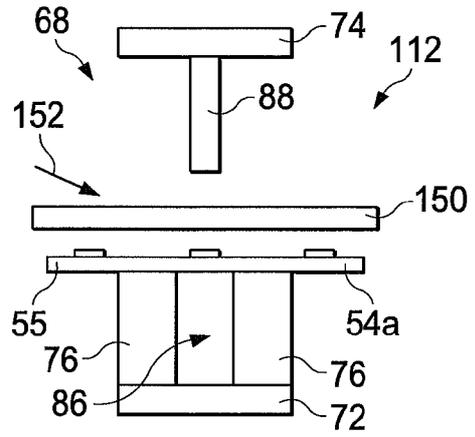


FIG. 10

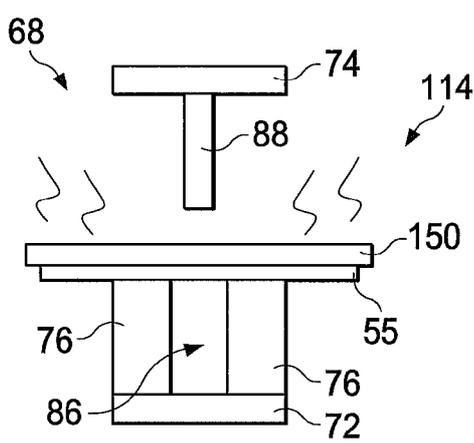


FIG. 11

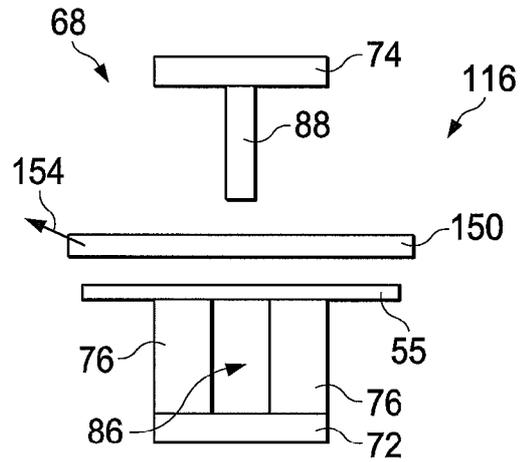


FIG. 12

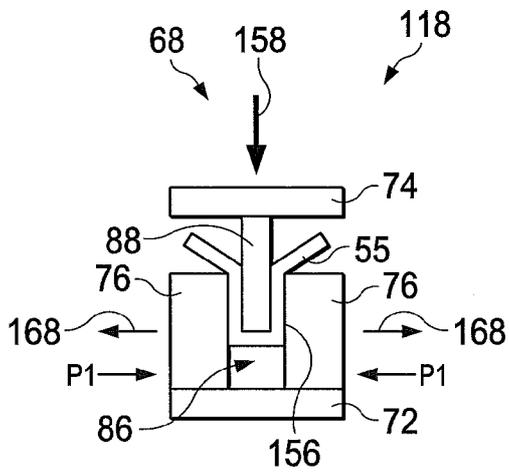


FIG. 13

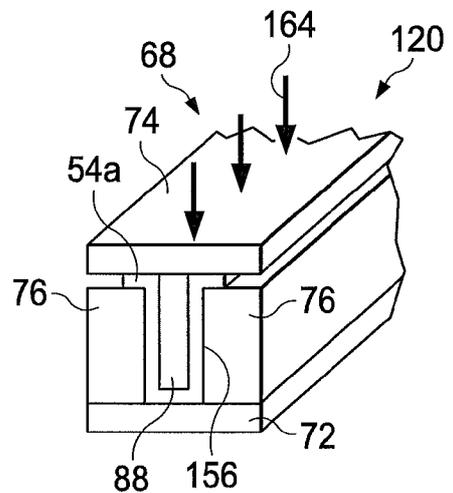


FIG. 14

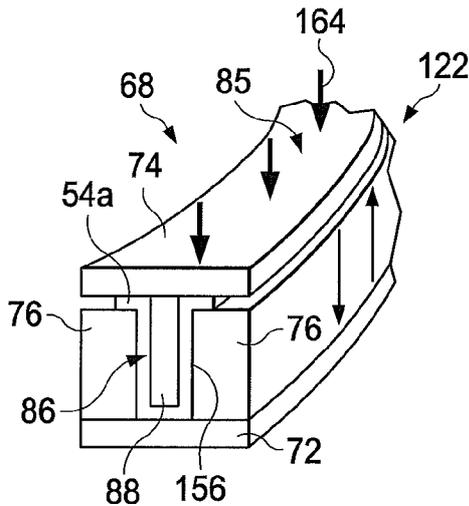


FIG. 15

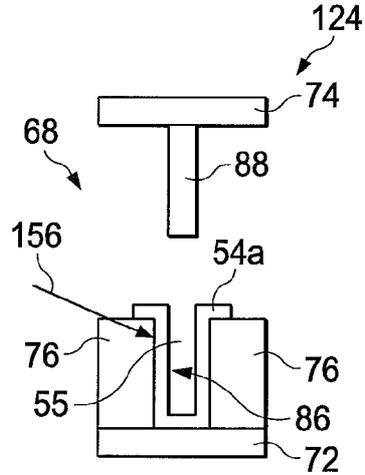


FIG. 16

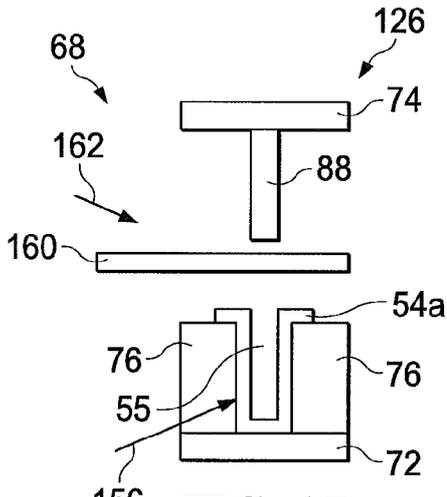


FIG. 17

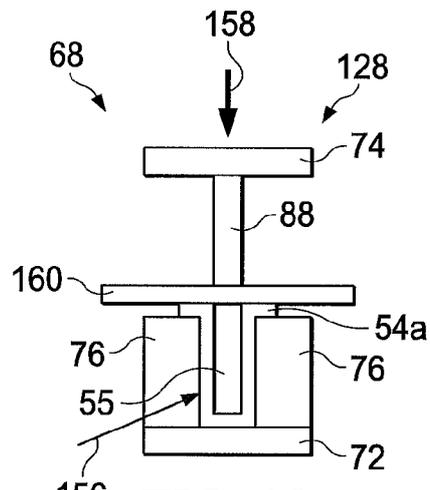


FIG. 18

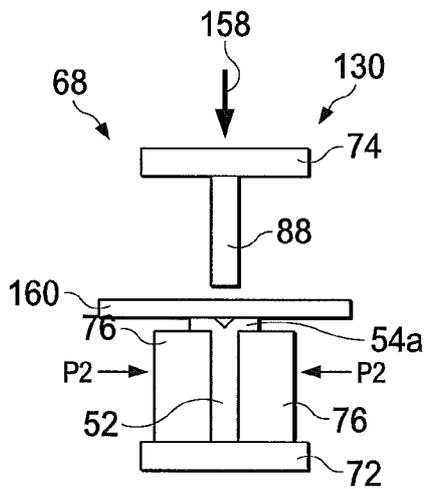


FIG. 19

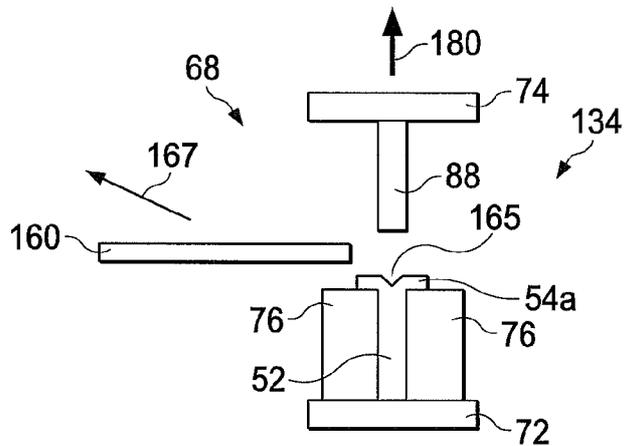


FIG. 20

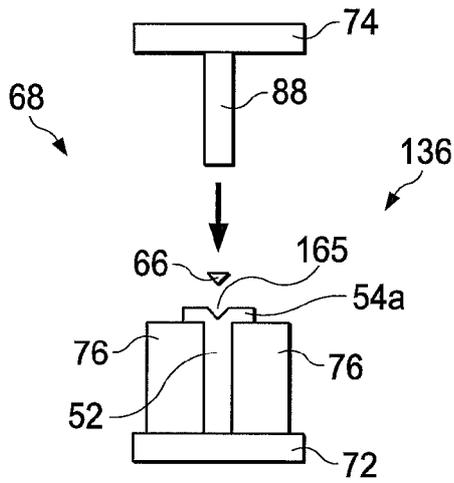


FIG. 21

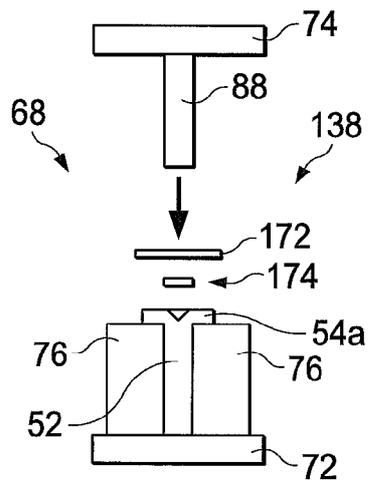


FIG. 22

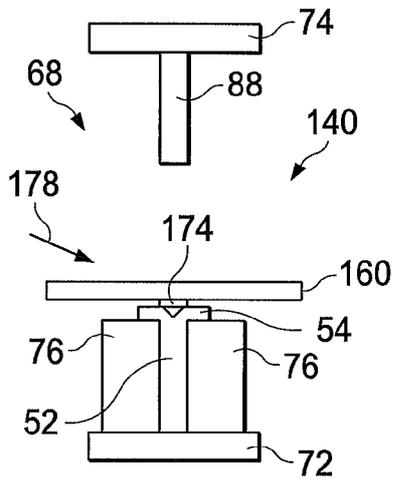


FIG. 23

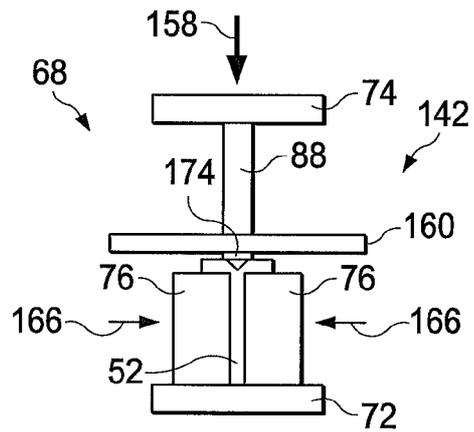


FIG. 24

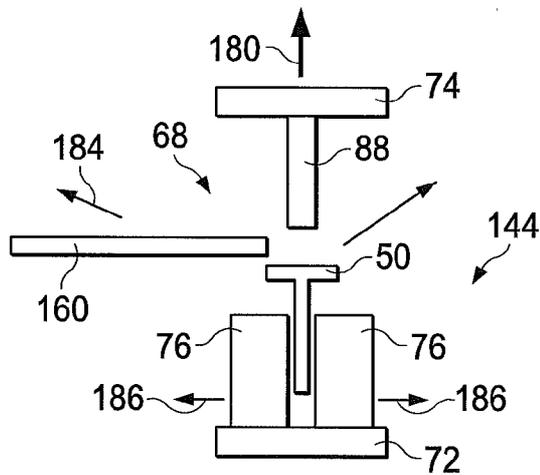


FIG. 25

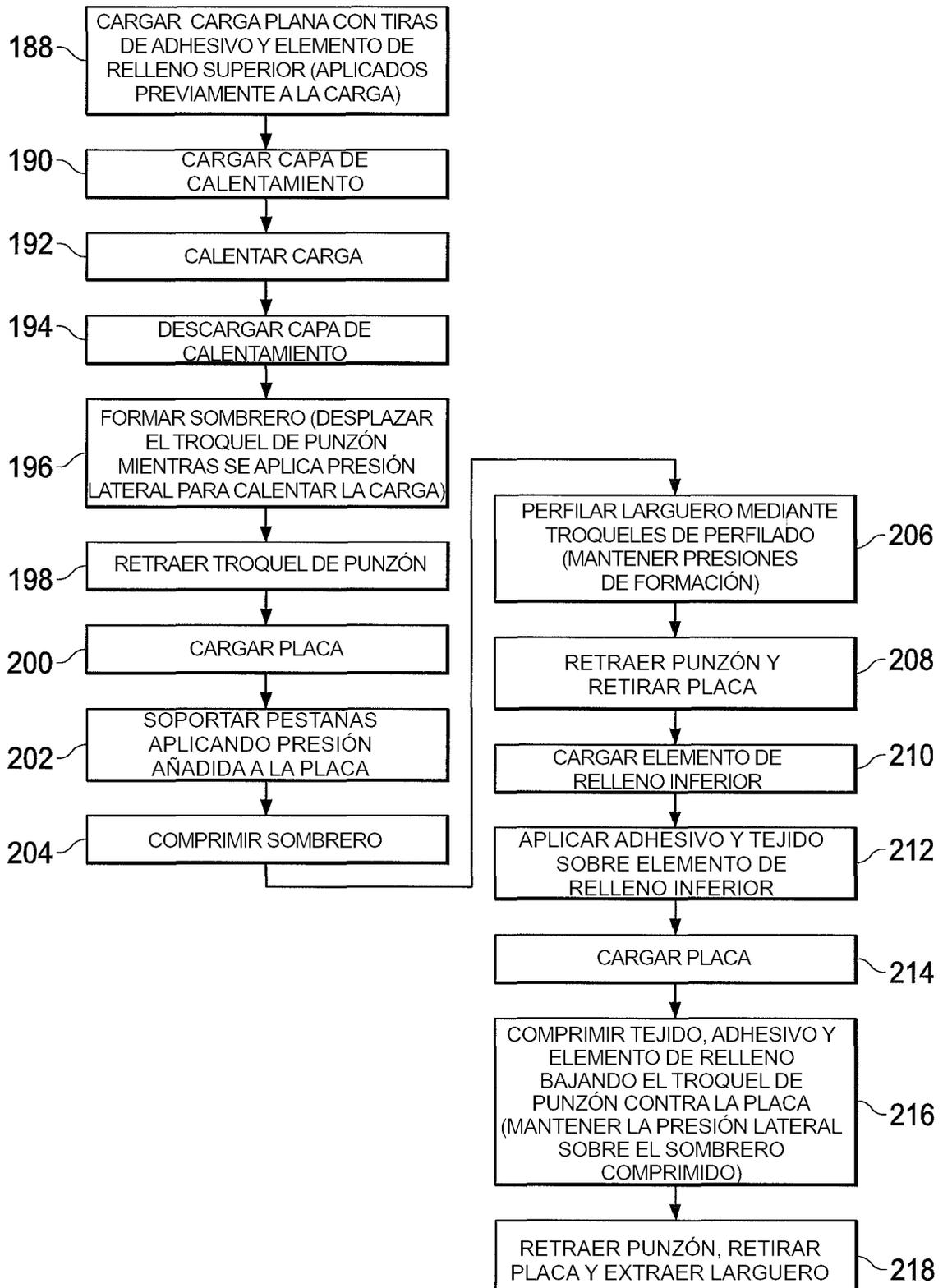


FIG. 26

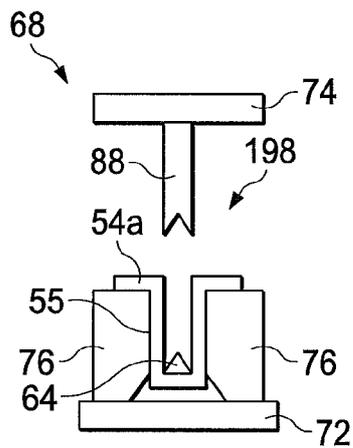


FIG. 33

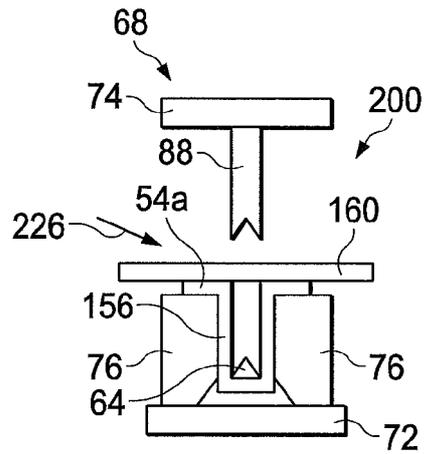


FIG. 34

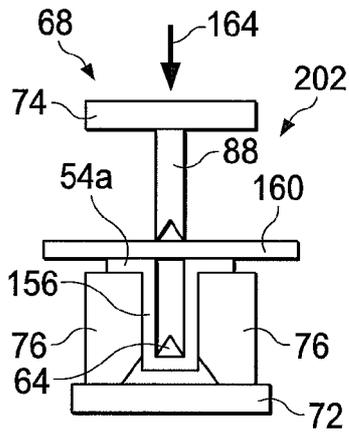


FIG. 35

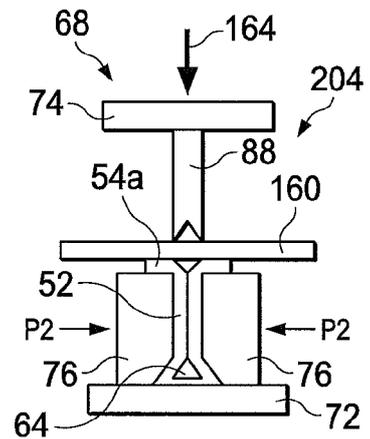


FIG. 36

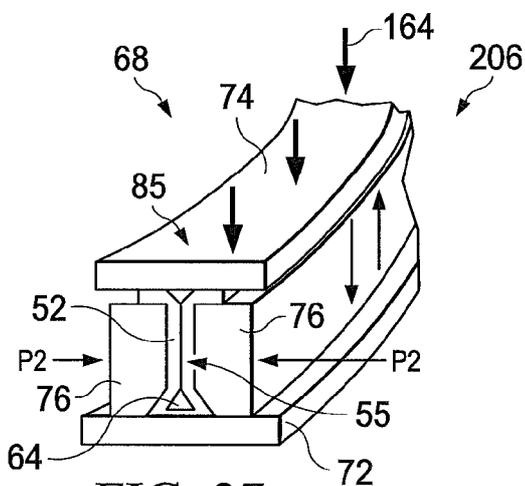


FIG. 37

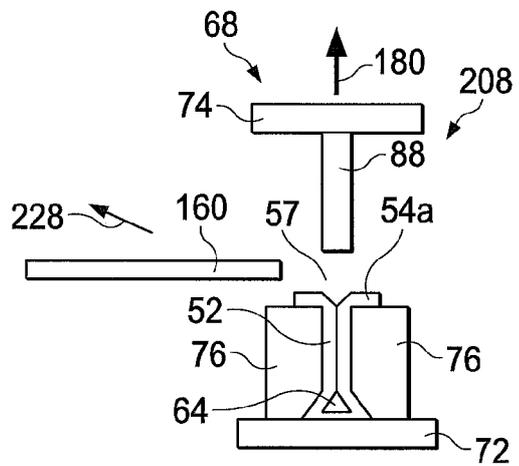


FIG. 38

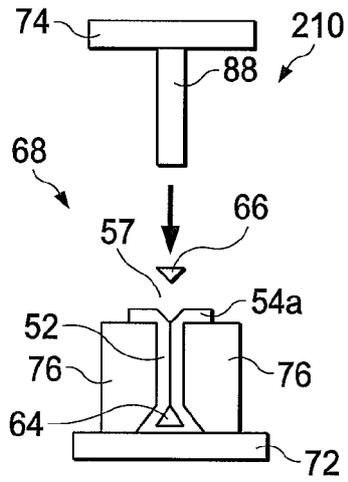


FIG. 39

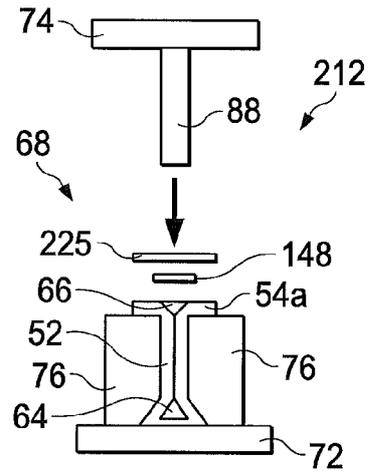


FIG. 40

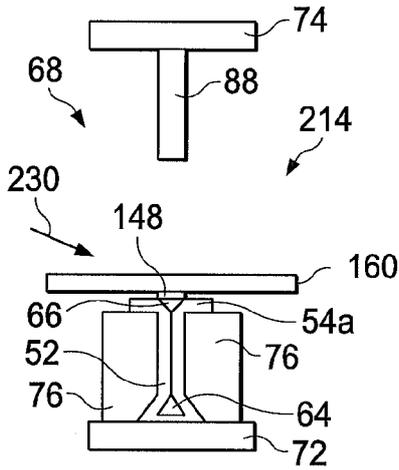


FIG. 41

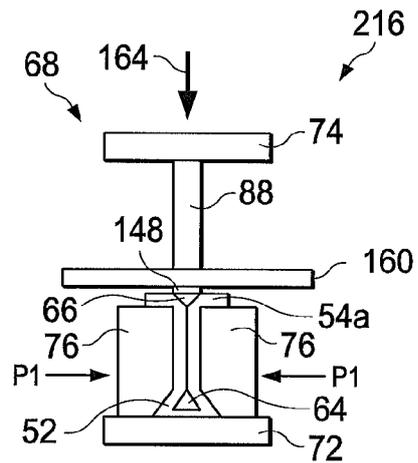


FIG. 42

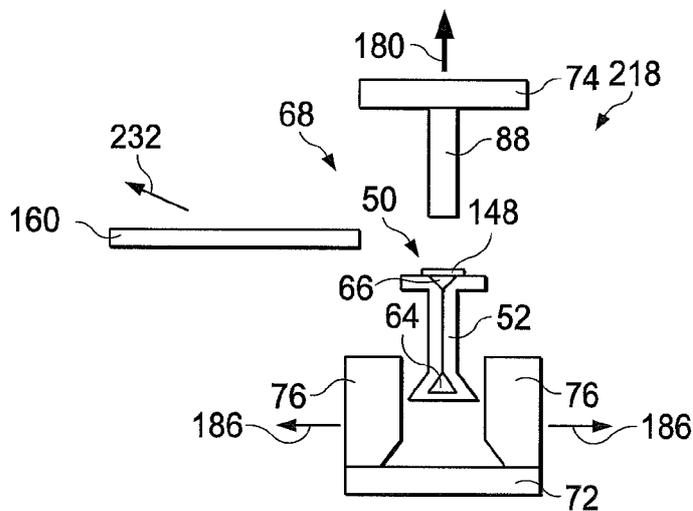


FIG. 43

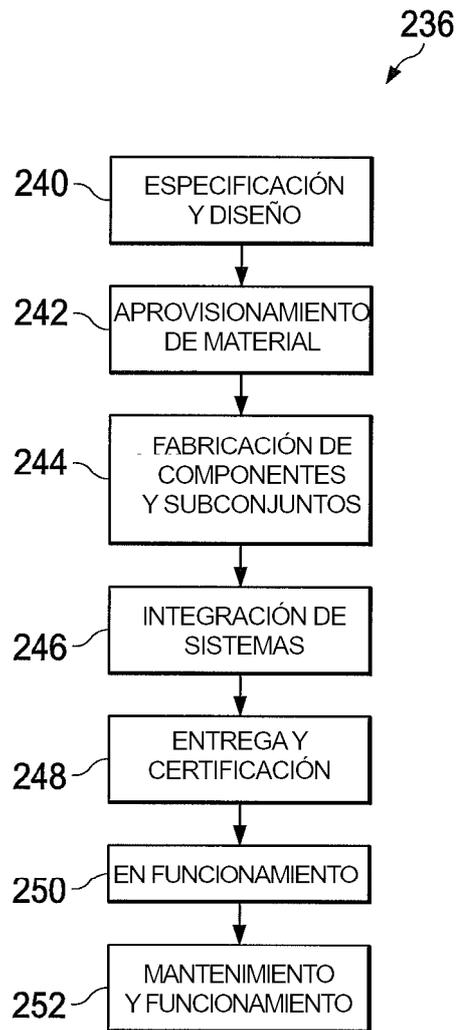


FIG. 44

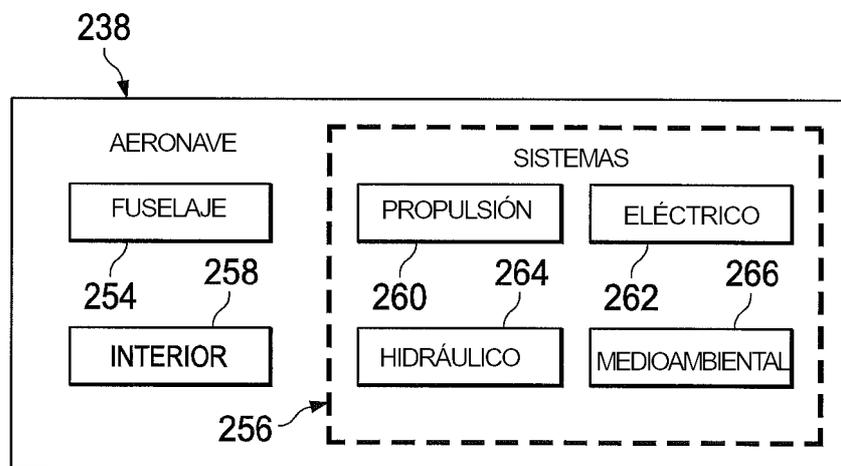


FIG. 45