

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 608**

51 Int. Cl.:

B29C 33/00 (2006.01)

B29C 70/46 (2006.01)

B29C 70/34 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

B29L 31/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2008** **PCT/US2008/080199**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2009** **WO09064581**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2008** **E 08849470 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017** **EP 2190640**

54 Título: **Método para fabricar vigas mixtas**

30 Prioridad:

14.11.2007 US 939713

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

DEPASE, EDOARDO P.;
GRUBBS, CHRISTOPHER V. y
ZENKNER, GRANT C.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 621 608 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 fabricar vigas mixtas

5 Campo técnico

Esta descripción se refiere en líneas generales a la fabricación de estructuras mixtas, y trata más particularmente de un método para fabricar vigas mixtas, especialmente las que tienen una geometría de sección transversal no simétrica, tal como una viga en "J".

10 Antecedentes

Las vigas formadas a partir de materiales compuestos tales como fibra de carbono se utilizan en una variedad de aplicaciones vehiculares para transportar y distribuir cargas. Por ejemplo, en aplicaciones aeronáuticas, las vigas mixtas que tienen una sección transversal en forma de J ("vigas en J") pueden utilizarse para soportar un suelo dentro del fuselaje, tal como un suelo en un área de carga o en una cabina de pasajeros. Estas vigas también pueden encontrar uso en otras aplicaciones, tales como por ejemplo, sin limitación, fuselajes, alas, estabilizadores y soportes del revestimiento de la superficie de control, por nombrar unos pocos. Las vigas mixtas utilizadas en estas aplicaciones deben poseer estabilidad dimensional en un amplio intervalo de condiciones ambientales, cumpliendo a la vez con otras especificaciones de rendimiento, incluyendo la capacidad de soportar una carga y la rigidez.

Las vigas mixtas en J pueden fabricarse ensamblando un canal en C y un canal en Z e instalando a continuación una tapa en la viga. Para formar las características del canal en C y del canal en Z, pueden ser necesarias múltiples etapas y herramientas complejas, mientras que pueden repararse herramientas adicionales para ensamblar, moldear y curar el laminado. Estas herramientas pueden requerir tolerancias estrictas en algunas áreas, tales como ciertos radios, para asegurar que las características de la viga estén completamente formadas y cumplan con las especificaciones.

Por consiguiente, existe una necesidad de un método que permita la fabricación rentable de vigas en J utilizando un número mínimo de herramientas para conformar o preformar componentes del laminado y posteriormente moldear el laminado, cumpliendo a la vez con las especificaciones de diseño. Las realizaciones de la divulgación se conciben para satisfacer esta necesidad.

El documento EP 1231046 divulga un método para fabricar elementos de materiales compuestos utilizando una técnica de unión conjunta en la que los elementos no curados se unen a otro elemento curado utilizando herramientas rígidas para el apoyo y posicionamiento durante el proceso de curado.

Sumario

Las realizaciones divulgadas proporcionan un método para fabricar vigas mixtas, en particular vigas en J, en las que la sección transversal de la viga es generalmente en forma de J. Un conjunto de herramientas combinadas para fabricar las vigas incluye un número mínimo de componentes simples que se utilizan tanto para preformar cargas de material compuesto en las formas deseadas tales como canales en C y canales en Z, como para moldear y curar el laminado ensamblado. Como resultado de la sencillez de las herramientas, se pueden fabricar vigas en J que exhiben una buena estabilidad dimensional y características de rendimiento, de forma económica

De acuerdo con la invención, se proporciona un método para fabricar una viga mixta como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Se proporciona un método para fabricar una viga mixta que tiene una sección transversal en forma de J que comprende un ala doble superior conectada a un ala simple inferior mediante un alma central, comprendiendo el método las etapas de: producir un canal en C formando una primera carga de material compuesto sobre una primera herramienta; poner en contacto una segunda carga de material compuesto plana con el canal en C para formar un laminado al tiempo que dicho canal en C se apoya sobre dicha primera herramienta; producir el ala simple inferior en un extremo de la viga formando una primera porción de la segunda carga de material compuesto plana sobre un extremo del canal en C mientras que el canal en C se apoya en la primera herramienta; producir una segunda ala, porción del ala doble superior, en el otro extremo de la viga formando una segunda porción de la segunda carga de material compuesto sobre la segunda herramienta mientras que dicha viga se apoya entre dicha primera y dicha segunda herramienta; y, curar el laminado mientras que el laminado se mantiene entre la primera y la segunda herramienta. El laminado puede curarse en las herramientas orientando el alma de la viga en un ángulo entre 25 y 45 grados con respecto a la horizontal para mejorar la compactación a un radio en la viga.

De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un método para fabricar una viga mixta que tiene una sección transversal en forma de J, que comprende las etapas de: formar un canal en C utilizando una primera carga de material compuesto; formar un canal en Z utilizando una segunda carga de material compuesto; ensamblar el canal en C y el canal en Z en un conjunto de herramientas para formar un laminado de una viga en J que tiene una tapa y

un ala inferior conectada mediante un alma; y, colocar el laminado de la viga en J en un conjunto de herramientas con el plano del alma inclinado respecto a la horizontal en un ángulo entre aproximadamente 25 y 45 grados.

De acuerdo con otro ejemplo, una viga mixta en J puede fabricarse mediante las etapas que comprenden: preformar un primera carga de material compuesto y una porción de una segunda carga de material compuesto utilizando una primera herramienta; colocar la primera y la segunda carga preformada entre la primera y la segunda herramienta; preformar otra porción de la segunda carga de material compuesto utilizando la segunda herramienta; moldear la primera y la segunda carga de material compuesto preformada utilizando la primera y la segunda herramienta; y, curar las cargas moldeadas, a la vez que las cargas se mantienen entre las primera y la segunda herramienta.

De acuerdo con otro ejemplo, se proporcionan herramientas para fabricar una viga mixta en J, que comprende: un conjunto de herramientas adaptadas para preformar y moldear un laminado de material compuesto que tiene una sección transversal en forma de J. El conjunto de herramientas adaptadas incluye una primera herramienta sobre la que puede preformarse una primera porción del laminado en un canal en C, una segunda herramienta sobre la que puede formarse una segunda porción del laminado en un canal en Z y una tercera herramienta para comprimir una tercera porción del laminado que define una tapa en la viga en J.

De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona un aparato de herramientas para fabricar una viga mixta en J que tiene un ala inferior, un par de alas superiores conectadas al ala inferior mediante un alma, y una tapa que cubre las alas superiores. El aparato de herramientas comprende: una primera herramienta que tiene tres superficies adyacentes para preformar y mover porciones de la parte inferior del ala, del alma y de una de las alas; una segunda herramienta que tiene tres superficies de herramienta adyacentes para moldear porciones del ala inferior, del alma y del otro ala superior, y, una tercera herramienta que tiene una superficie de herramienta para moldear la tapa. Una de las tres superficies de herramienta para moldear una porción del alma puede estar inclinada en un ángulo entre aproximadamente 25 y 45 grados con respecto a la horizontal.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones divulgadas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones, cuando se observen de acuerdo con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de las ilustraciones

La figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de método para fabricar una viga mixta en J.

La figura 2 es una vista de extremo que ilustra una viga mixta en J fabricada de acuerdo con las realizaciones divulgadas.

La figura 3 es una vista de extremo despiezada que ilustra los componentes preformados de una realización a modo de ejemplo de un laminado utilizado para fabricar la una viga mixta en J mostrada en la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección transversal de una herramienta utilizada para fabricar la viga mixta en J.

La figura 5 es una ilustración en sección transversal de un laminado en el conjunto de herramientas utilizado para moldear por vacío y curar el laminado.

La figura 6 es una vista isométrica del conjunto de herramientas mostrado en la figura 5.

Las figuras 7a-7c son vistas en sección transversal que ilustran un método para fabricar una viga mixta en J.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas de otra realización de método a modo de ejemplo.

La figura 9 es un diagrama de flujo de una metodología de producción y servicio de aviones.

La figura 10 es un diagrama de bloques de un avión.

Descripción detallada

Haciendo referencia primero a las figuras 1-6, las realizaciones de la divulgación se refieren a un método y a las herramientas utilizadas para fabricar una viga mixta en J 30 (figura 2) que puede utilizarse por ejemplo, y sin limitación, para apoyar un suelo de carga (no mostrado) en un vehículo tal como un avión (no mostrado). La viga mixta en J 30 también puede utilizarse para otras aplicaciones, como por ejemplo, sin limitación, fuselajes, alas, estabilizadores y revestimiento de la superficie de control por nombrar unos pocos. Como se ve mejor en la figura 2, la viga mixta en J 30 comprende en líneas generales una doble ala superior 32 conectada a un ala simple inferior 34 mediante un alma central 36. El ala inferior 34 está conectada al alma 36 mediante un radio 35. La viga mixta en J 30 puede ser de cualquier longitud, dependiendo de la aplicación, y puede tener una sección transversal que varíe en dimensión a lo largo de su longitud. Por ejemplo, la viga mixta en J 30 puede variar en espesor o tener una sección variable a lo largo de su longitud.

Como se muestra en la figura 3, la viga mixta en J 30 puede formarse a partir de cuatro cargas de material compuesto preformadas 38a, que se ensamblan en un laminado 30b que se moldea por vacío y se cura en un conjunto de herramientas 55 (figuras 5 y 6). Las cargas de material compuesto 30a pueden comprender cada una un preimpregnado formado a partir de cualquiera de las diversas combinaciones de fibras de refuerzo mantenidas en una resina, incluyendo por ejemplo, y sin limitación, una epoxi de fibra de carbono. El laminado 30b comprende un canal en U 38, un canal en Z 40, una tapa 42 y un relleno 44, también denominado a veces como "noodle". El canal en U 38 incluye una porción de alma 38a que conecta las porciones de ala superior e inferior 38b, 38c. Del mismo

modo, el canal en Z 40 incluye una porción de alma 40a que conecta las porciones de ala superior e inferior 40b, 40c. Cuando se guarda y se coloca en el conjunto de herramientas 55, las porciones de ala 38b, 40b se extienden en direcciones opuestas y son esencialmente coplanarias, mientras que las porciones de ala 58c, 40c se superponen para formar el ala inferior 34 de la viga mixta en J 40. Las porciones de alma 38a, 40a se apilan una al lado de la otra para formar el alma 36 de la viga mixta en J 30. El relleno 44 puede colocarse en cualquier hueco (no mostrado) que pueda existir entre las porciones de ala superior 38b, 40b. La tapa 42 se coloca sobre las porciones de ala superior 38b, 40b, y juntas, forman el ala superior 32 de la viga mixta en J 30.

El conjunto de herramientas 55 incluye en líneas generales una primera herramienta 56, una segunda herramienta 58 y una tercera herramienta en forma de una placa de reparto plana 60. La primera herramienta 56 es generalmente rectangular en sección transversal e incluye tres superficies de herramienta planas adyacentes 56a, 56b y 56c. Las superficies de herramienta 56a y 56b están conectadas mediante una esquina redondeada 63, mientras que las superficies de herramienta 56b y 56c están conectadas mediante la esquina redondeada 67. Cuando se ensambla como parte del conjunto de herramientas 55, la primera herramienta 56 está dispuesta dentro del canal en U 38 porción de laminado 30b y por lo tanto proporciona las superficies de herramienta 56a, 56b, 56c contra las que se comprimen tres superficies correspondientes del laminado 30b durante el proceso de moldeo.

La segunda herramienta 58 incluye las superficies de herramienta 58a, 58b, 58c que forman un patrón en Z que encaja con la forma del canal en Z 40 (figura 3). Las superficies de herramienta 58a y 58b están conectadas mediante una esquina redondeada 62, mientras que las superficies de herramienta 58b y 58c están conectadas mediante una esquina redondeada 67. La superficie de herramienta 58c puede terminar en un reborde 64, si se desea, que actúa como un soporte para la placa de reparto 60. La herramienta 58 puede incluir una base plana 58d que soporta el conjunto de herramientas 55 sobre cualquier superficie adecuada (no mostrada). Las superficies de herramientas 58a, 58b están conectadas a través de una esquina redondeada 62 donde es importante asegurar que se consigue una compactación suficiente del laminado 30b y que se evita el puenteo del laminado 30b durante el curado. Para incrementar la compactación del laminado 30b en la zona de la esquina redondeada 62 durante el curado, las superficies de herramienta 58a, 58b, 58c pueden orientarse de tal manera que la esquina redondeada 62 se sitúe debajo del ala inferior 34 y del alma 35, con respecto a la horizontal. Esta orientación se consigue inclinando la superficie de herramienta 58b en un ángulo ϕ respecto a la horizontal que puede ser de entre aproximadamente 25 y 45 grados. Como resultado de este ángulo de inclinación, las fuerzas de compactación se distribuyen durante el proceso de movimiento de moldeo por vacío de modo que se evita el posible puenteo del preimpregnado en la esquina redondeada 62, lo que a su vez puede evitar el agotamiento de la resina en la esquina redondeada 62. Además, como resultado del ángulo de inclinación, la gravedad puede ayudar a que la resina fluya hacia la zona de la esquina redondeada 62. El ángulo de inclinación también da lugar a que la gravedad aplique fuerzas a las cargas que tienden a autoindicar el laminado 30b en el conjunto de herramientas 55 durante el proceso de ensamblaje, de modo que el área de radio 35 del laminado 30b se empuja hacia abajo en la esquina redondeada 62 de la segunda herramienta 58.

La chapa de reparto 60 es esencialmente rectangular en sección transversal y puede incluir una superficie de herramienta inferior plana 80a que se apoya contra y comprime la carga de preforma plana 42 que se apoya contra las alas superiores 38b, 40b (figura 3). Las esquinas redondeadas 62, 67 producen los radios correspondientes 38d, 40d entre la tapa 32 y el alma 36 (véanse las figuras 2 y 3).

La figura 1 muestra las etapas de un método para formar la viga mixta en J 30 utilizando el conjunto de herramientas 55 que se muestra en la figura 5. Haciendo referencia en particular ahora a las figuras 1 y 7a-7c, en la etapa 46, el canal en C 38 se forma preformando una primera carga de material compuesto preimpregnada plana no curada 38 sobre la primera herramienta 56. A continuación, en la etapa 48, una segunda carga de material compuesto preimpregnada plana, no curada se coloca sobre el canal en C 38. Como se muestra en la etapa 50, el ala inferior 34 de la viga del laminado 30b se produce formando la segunda carga plana sobre un extremo 38c del canal en C 36. En la etapa 52, una de las alas superiores 40b de la viga se produce formando la segunda carga de material compuesto sobre la superficie de herramienta 58c de la segunda herramienta 58. Por último, el laminado 30b se moldea utilizando el conjunto de herramientas 55 y técnicas de moldeo por vacío, tras lo cual el laminado 30b se cura en la etapa 55. La formación de las cargas 30a puede realizarse utilizando técnicas de conformación en caliente convencionales, llevadas a cabo, por ejemplo y sin limitación, por una cámara de vacío mediante la aplicación de calor a las cargas 30a utilizando un horno, lámparas de calor o mantas de calor (no mostradas).

Otro ejemplo de realización del método de fabricación de la viga mixta en J 30 se muestra en la figura 8 que se describirá ahora con referencia también a las figuras 7a-7c. Comenzando en la etapa 74 (figura 7a), una carga de material compuesto preimpregnada plana no curada plana 66 se coloca sobre la superficie de herramienta plana 56b de la primera herramienta 56. A continuación, en la etapa 76, los extremos de la carga plana 66 se forman o se doblan hacia abajo sobre los lados de superficies de herramienta 56a, 56c para formar las porciones de ala 38b, 38c. Estas dos primeras etapas 74, 76 proporcionan un proceso 78 para formar el canal en C 38. La siguiente serie de etapas 88 dará lugar a la formación del canal en Z 40. Comenzando en la etapa 80, una segunda carga de material compuesto preimpregnada plana no curada 68 que puede comprender un preimpregnado adecuado, se coloca sobre la porción de alma 38a del canal en U 38. Un extremo 68a de la segunda carga de material compuesto 86 sobresale de la porción de canal 38b, mientras que el borde opuesto 68b está soportado mediante una

herramienta plana 70 que está ligeramente separada de la primera herramienta 58 para formar un hueco 72 para recibir el ala 38c. A continuación, en la etapa 82, mostrada en la figura 7d, el borde exterior 68a de la segunda carga 68 se forma o se dobla hacia abajo sobre la porción de ala 38b, mientras que el canal en C 38 permanece apoyado mediante la primera herramienta 56.

En la etapa 84, el canal en U 38 completamente formado y el canal en Z 36 parcialmente formado, se colocan en el conjunto de herramientas 55, como se muestra en la figura 7e, con la porción de alma 36 del laminado 30b mantenida en el ángulo ϕ (véase figura 4) que, como se ha descrito anteriormente, puede ser de entre aproximadamente 25 y 45 grados. En la etapa 86 (figura 7f), el borde de cuchilla 68b se dobla o se forma hacia abajo sobre la superficie de herramienta 56c produciendo de este modo el ala superior 46b del canal en Z 40.

A continuación, en la etapa 90, como se muestra en la figura 7g, se instalan el relleno 44 y la tapa 42, después de lo cual, tal como se muestra en la etapa 82 (figura 7b) la placa de reparto 80 se coloca sobre la tapa 42. A continuación, en la etapa 94, se aplica presión de compactación al conjunto de herramientas utilizando, por ejemplo y sin limitación, técnicas de moldeo por vacío convencionales. El laminado 30b compactado se cura a continuación, como se muestra en la etapa 92, en el conjunto de herramientas 55 utilizando por ejemplo y sin limitación, un autoclave (no mostrado).

Las realizaciones de la divulgación pueden encontrar utilidad en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, incluyendo, por ejemplo, la industria aeroespacial y de automoción. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 9 y 10, pueden utilizarse realizaciones de la divulgación en el contexto de un método de fabricación y servicio de aviones 96 como el que se muestra en la figura 9 y en un avión 98 como se muestra en la figura 10. Las aplicaciones aeronáuticas de las realizaciones divulgadas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, miembros rígidos de material compuesto tales como revestimientos de fuselaje, revestimientos de alas, superficies de control, escotillas, paneles de suelo, paneles de puerta, paneles de acceso y empenajes, por nombrar unos pocos. Durante la preproducción, el método a modo de ejemplo 98 puede incluir la especificación y el diseño 98 del avión 116 y la adquisición de material 100. Durante la producción, tienen lugar la fabricación de componentes y subconjuntos 102 y la integración del sistema 104 de la aeronave 98. A partir de ahí, el avión 98 puede pasar por la certificación y entrega 106 para ponerlo en servicio 108. Mientras está en servicio por un usuario, el avión 98 está programado para el mantenimiento y el servicio de rutina 110 (que también puede incluir la modificación, la reconfiguración, restauración, etc.).

Cada uno de los procesos del método 98 puede realizarse o llevarse a cabo mediante un integrador de sistemas, un tercero y/o un operador (por ejemplo, un usuario). Para los fines de esta descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aviones y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operador puede ser una línea aérea, una empresa de leasing, una entidad militar, una organización de servicio, etcétera.

Como se muestra en la figura 10, el avión 98 producido por el método a modo de ejemplo 96 puede incluir un fuselaje 112 con una pluralidad de sistemas 114 y un interior 116. Ejemplos de sistemas de alto nivel 114 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 118, un sistema eléctrico 122, un sistema hidráulico 120 y un sistema ambiental 124. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, como la industria del automóvil.

Los aparatos y métodos descritos en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método de producción y servicio 96. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 102 pueden fabricarse o manufacturarse de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras el avión 116 está en servicio. Además, pueden utilizarse uno o más ejemplos de aparatos, ejemplos de métodos, o una combinación de los mismos durante las etapas de producción 102 y 104. Por ejemplo, al acelerar sustancialmente el montaje o reducir el coste de un avión 96. De forma similar, una o más ejemplos de aparatos, ejemplos de métodos, o una combinación de los mismos pueden utilizarse mientras que el avión 96 está en servicio, por ejemplo, para mantenimiento y servicio 110.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una viga mixta (30) que tiene una sección transversal en forma de J que comprende un ala doble superior (32), conectada a un ala simple inferior (34) mediante un alma central (36), comprendiendo el método las etapas de:
 - (A) producir un canal en C (38) formando una primera carga de material compuesto sobre una primera herramienta;
 - (B) poner en contacto una segunda carga de material compuesto plana con el canal en C producido en la etapa (A) para formar un laminado a la vez que dicho canal en C se apoya sobre dicha primera herramienta;
 - (C) producir el ala simple inferior (34) en un extremo de la viga formando una primera porción de la segunda carga de material compuesto plana sobre un extremo del canal en C mientras el canal C se apoya en la primera herramienta;
 - (D) producir una segunda ala (40b), porción del ala doble superior (32), en el otro extremo de la viga formando una segunda porción de la segunda carga de material compuesto sobre una segunda herramienta (58) mientras dicha viga se apoya entre dicha primera y dicha segunda herramienta; y,
 - (E) curar el laminado mientras que el laminado se mantiene entre la primera y la segunda herramienta.
2. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (A) incluye formar extremos opuestos de la primera carga de material compuesto (38) sobre lados opuestos de la primera herramienta (56).
3. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:
 - (F) ensamblar el laminado y la primera (56) y la segunda (58) herramienta.
4. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (E) incluye mantener el laminado en la primera (56) y en la segunda (58) herramienta de manera que un alma (36) de la viga en J esté orientada respecto a la horizontal en un ángulo de entre aproximadamente 25 y 45 grados.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:
 - (F) calentar la primera carga antes de realizar la etapa (A).
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:
 - (F) calentar la segunda carga antes de realizar las etapas (C) y (D).
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:
 - (F) formar una tapa sobre la segunda ala después de que se haya realizado la etapa (D), utilizando una tercera carga de material compuesto.

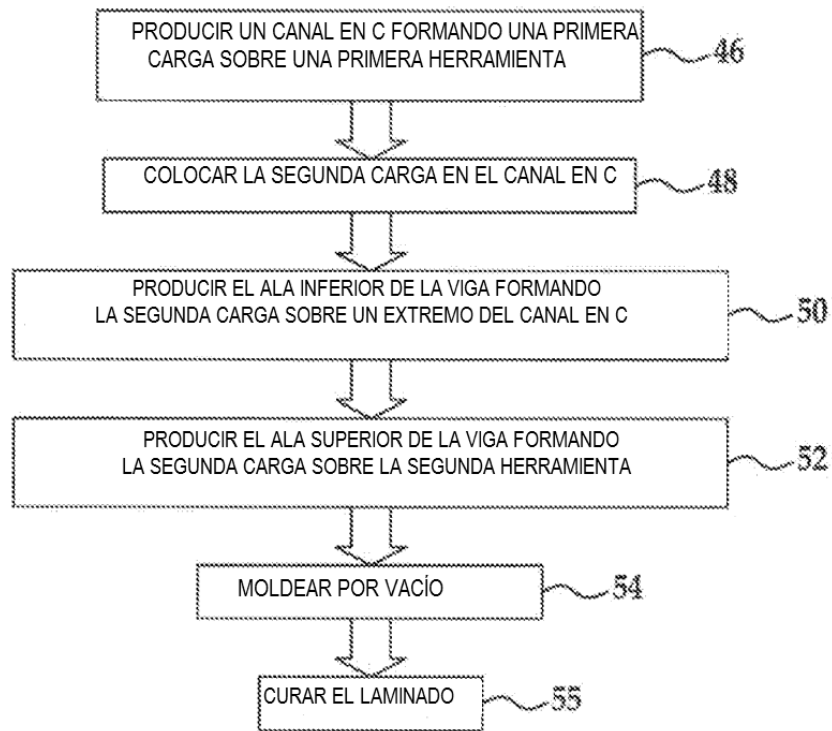
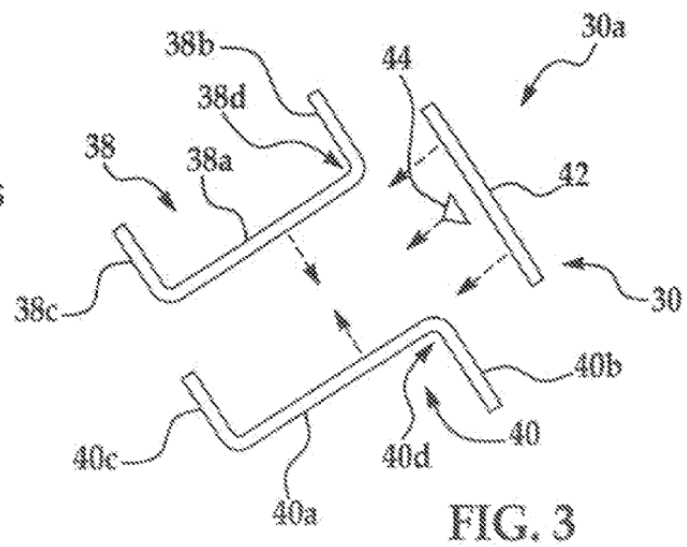
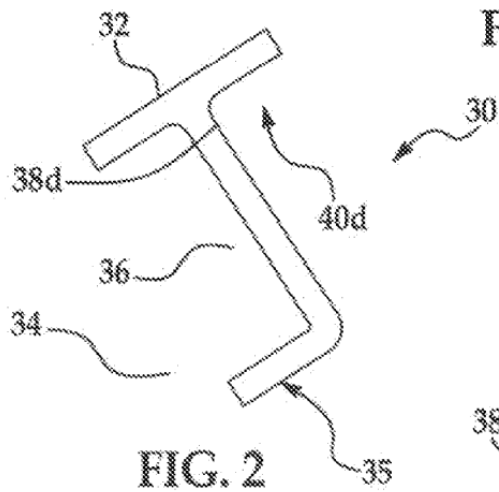


FIG. 1



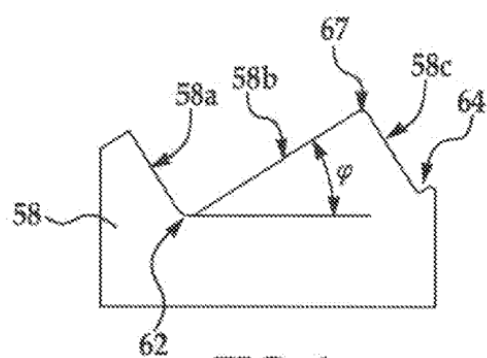


FIG. 4

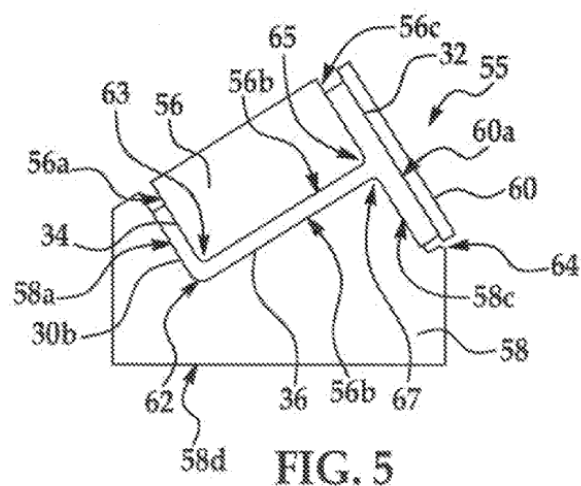


FIG. 5

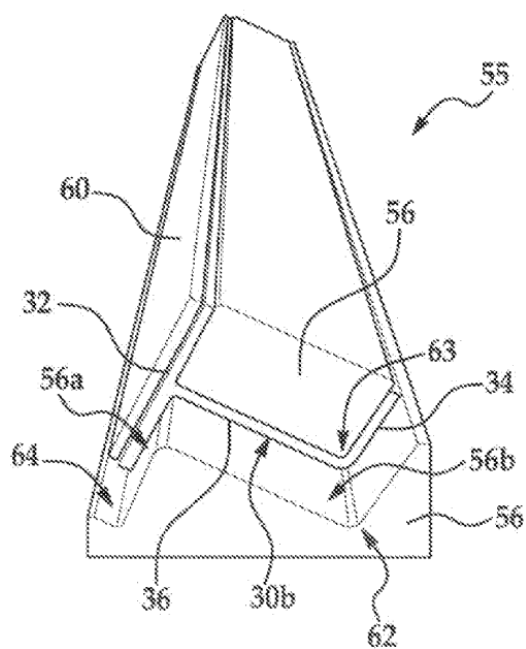
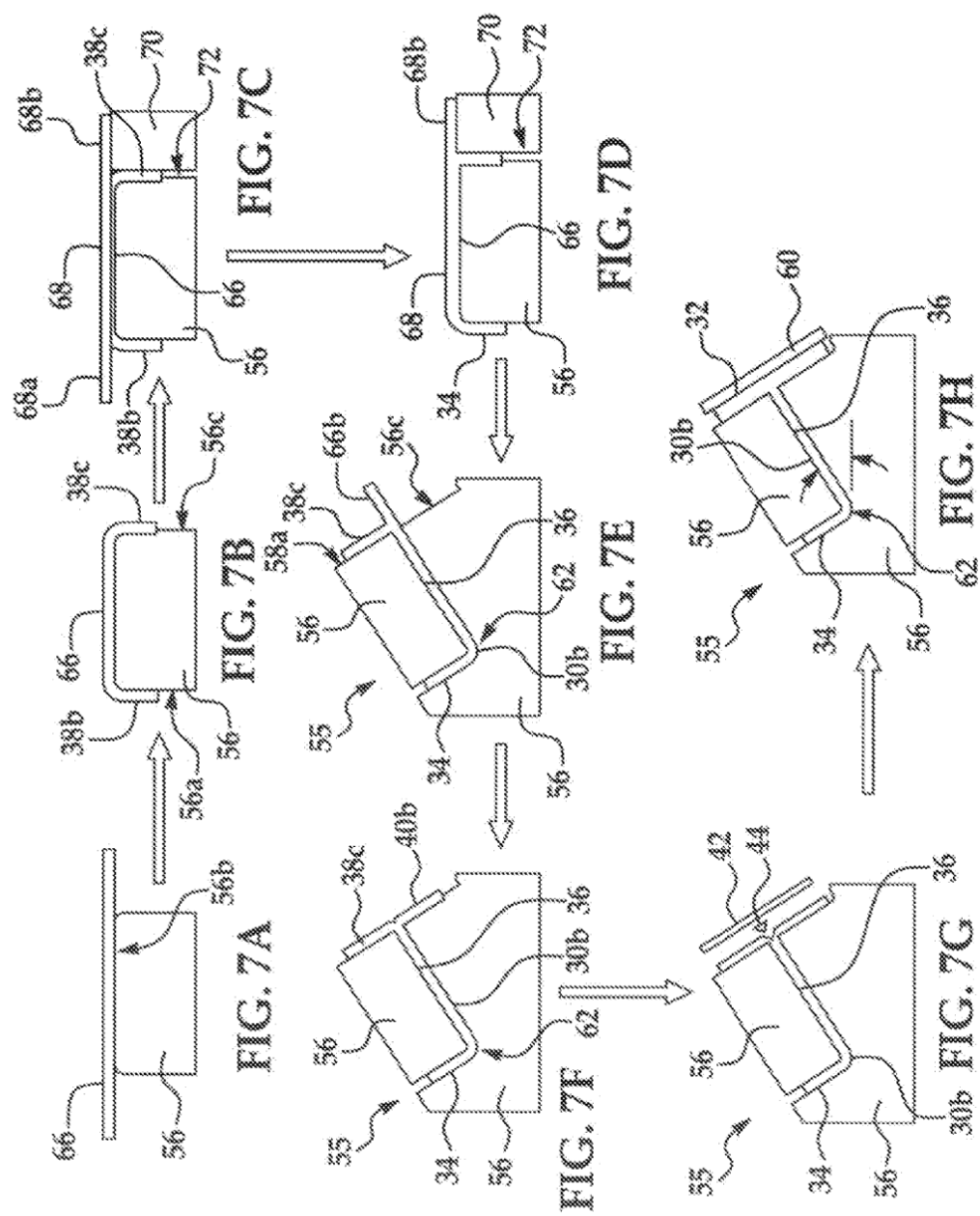


FIG. 6



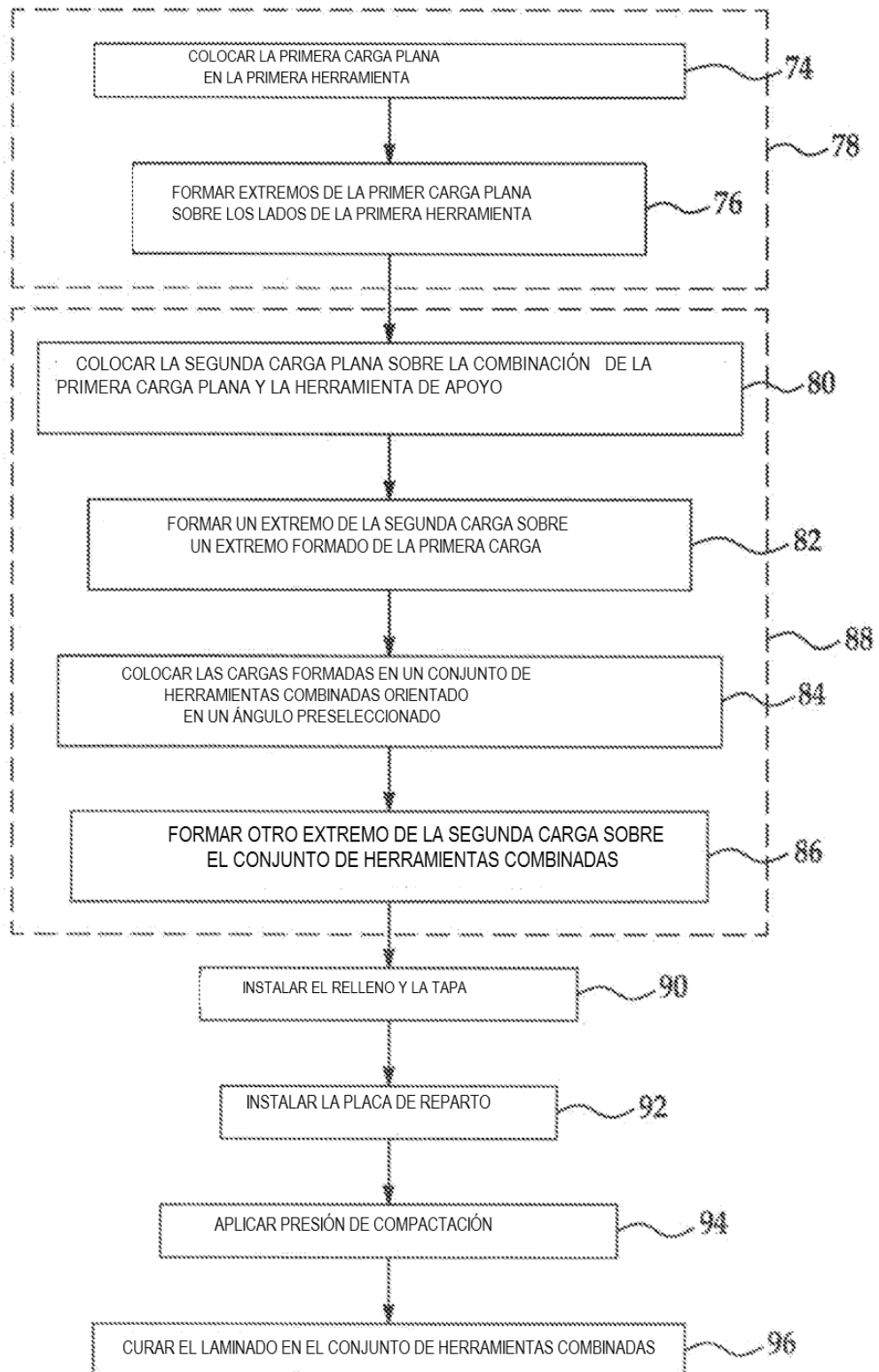


FIG. 8

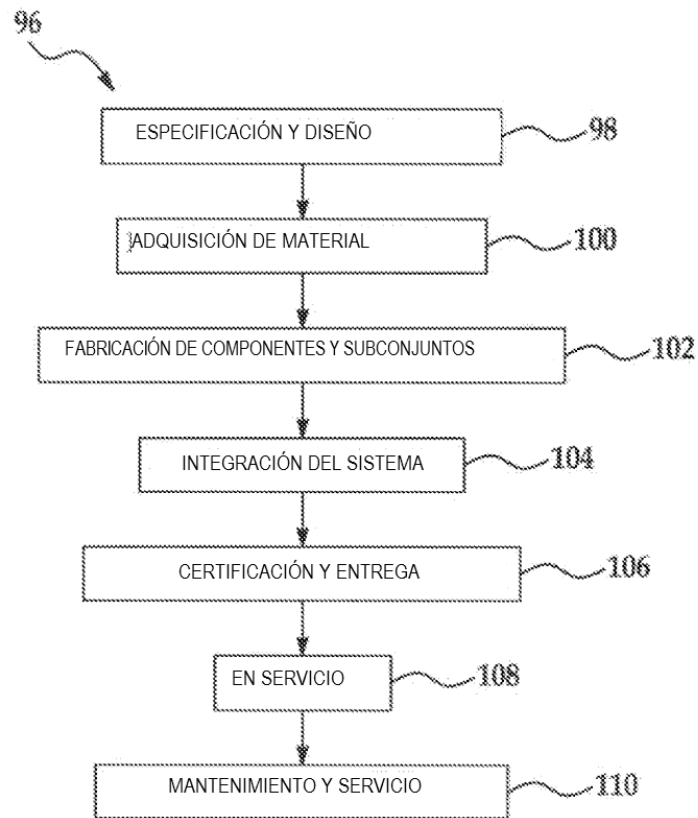


FIG. 9

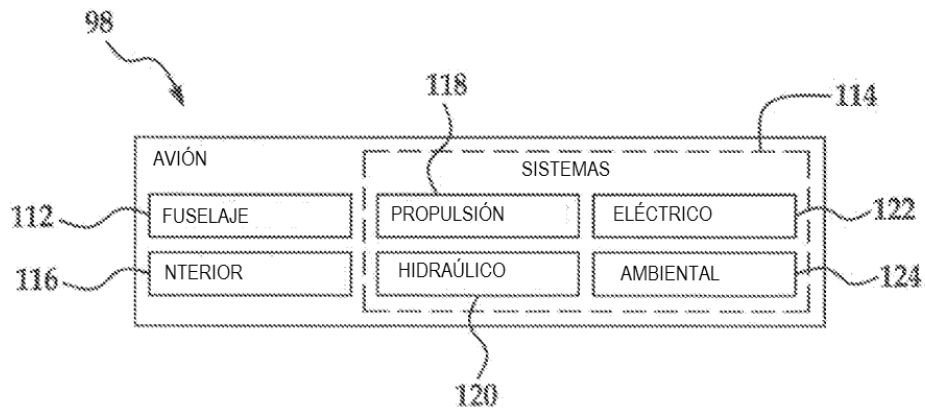


FIG. 10