

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 660**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/22** (2006.01)

**B29C 70/20** (2006.01)

**B29C 70/44** (2006.01)

**B29B 11/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2005 E 05826212 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 1972426**

54 Título: **Procedimiento y útiles para la fabricación de cuadernas de material compuesto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.02.2016**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)  
Avenida John Lennon, s/n  
28906 Getafe, Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**NOGUEROLÉS VIÑES, PEDRO;  
GARCÍA GARCÍA, AQUILINO y  
MARTÍN MARTÍN, JESÚS MANUEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 560 660 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).

**DESCRIPCION**

Procedimiento y útiles para la fabricación de cuadernas de material compuesto

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un útil para la fabricación de cuadernas de fuselajes aeronáuticos en materiales compuestos mediante la técnica RTM (resin transfer moulding) y en particular a los pasos de ese procedimiento en los que se fabrican las preformas que entran al paso final de inyección de resina.

**Antecedentes de la invención**

En la industria aeronáutica la relación resistencia-peso es un aspecto primordial, motivo por el cual se ha pasado de utilizar estructuras metálicas a estructuras fabricadas u optimizadas con materiales compuestos.

10 En el proceso de optimización de todo tipo de estructuras aeronáuticas, se busca reducir el peso al máximo y de integrar el mayor número de piezas para reducir tanto la duración del proceso de montaje como la manipulación de elementos menores.

15 En la técnica conocida, la fabricación de las cuadernas se realiza a base de estructuras metálicas mecanizadas o estructuras de chapa metálica conformada reforzando la parte que más carga soporta con piezas mecanizadas. En el caso de chapa conformada, se obtiene la sección que se utiliza normalmente en dos trozos: por un lado se fabrica la Z, y por otro, se fabrican los angulares o babettes que se remachan a la sección anterior (ver Figura 1a).

Este proceso tiene el inconveniente de que se requieren grandes tiempos de montaje y el peso resultante es superior al obtenido al realizar la misma sección de forma integrada.

20 El documento US 2004074587 A1, que puede considerarse como el documento de la técnica anterior más próximo, se refiere a un proceso técnico concebido para modelar preformas textiles para la fabricación de componentes de construcción de plástico reforzados con fibras que prevé el uso de un enlace y, opcionalmente, de una brida y/o una base utilizando piezas en bruto textiles como material de partida, e, inicialmente, por lo menos dos capas de las piezas en bruto textiles están dispuestas una frente a otra, sujetas, y se someten a un primer proceso de costura, y se forma una preforma con la arquitectura del producto que se va a fabricar, y posteriormente la preforma se infiltra con resina con el fin de realizar el componente de construcción de plástico. También se refiere a un módulo de tensión para la realización de una brida en una preforma textil y a un soporte de material de costura que recibe una preforma textil para aplicar los pasos referidos.

La presente invención tiene por objeto proporcionar un procedimiento y un útil que resuelvan los inconvenientes de la técnica anterior.

30 **Sumario de la invención**

La presente invención propone un procedimiento para fabricar cuadernas de material compuesto para fuselajes aeronáuticos mediante la aplicación de la técnica RTM a dos preformas con sección en forma de C y L, caracterizado porque dichas preformas se fabrican, utilizando un primer y un segundo útil, en las siguientes etapas:

- Proporcionar el tejido para las preformas en telas cortadas según patrones prefijados.

35 - Conformar laminados planos de forma rectangular colocando capas de telas sobre un primer útil en posiciones y número predeterminados y aplicando presión y temperatura para que las telas queden pegadas entre ellas, sólo localmente, es decir, no en toda su superficie sino sólo en una franja longitudinal donde van los refuerzos de cinta unidireccional.

40 - Conformar laminados de sección angular recta a partir de segmentos de dichos laminados planos de dimensiones predeterminadas, obtenidos mediante cortado, sobre una parte de sección angular recta del primer útil disponiendo sobre su cara superior la parte destinada a faldilla de las preformas con sección en forma de C ó L, sujetando un borde longitudinal sobre el útil y dejando libre el resto; colocando sobre el útil una membrana de conformado y aplicando un ciclo de temperatura y vacío.

45 - Conformar las preformas en forma de C y L sobre un segundo útil curvo deformando sobre él dichos laminados de sección angular recta, incluyendo dicha deformación en el caso de las preformas en forma de C el doblado de la segunda faldilla, y aplicando un ciclo de temperatura y vacío.

La presente invención también se refiere a los dos útiles mencionados.

50 El primero está formado por un módulo central y dos módulos laterales que se unen para realizar el laminado de las preformas, así como para realizar la unión longitudinal de los patrones, mediante solapes, y se separan para llevar a cabo la etapa de conformación de laminados de sección angular recta y unos cabezales calefactores para llevar a cabo la aplicación de presión y temperatura de la etapa conformar los laminados planos.

El módulo central dispone de elementos calefactores, tomas de vacío y un pisador con un actuador neumático dispuesto sobre el módulo central para la conformación de los laminados de sección angular recta.

5 El segundo útil comprende un módulo macho curvo con cajeados para posicionar la faldilla y faldillas, respectivamente, de los laminados con forma de L ó C y una pluralidad de tiras elásticas para sujetarlos laminados durante su conformación.

Mediante el procedimiento de la presente invención se facilita la fabricación de preformas de cuadernas que posteriormente serán inyectadas en el proceso de RTM con las siguientes ventajas:

- Se fabrican cuadernas de geometrías complicadas e integradas, cumpliendo con el objetivo buscado en toda estructura.

10 - Se solventa el problema del acabado superficial sólo por una cara añadiéndole una alta precisión dimensional sin existir restricción de radios, pues no se utiliza el autoclave.

- Se mejora el control de espesores (alcanzando tolerancias  $\leq 0,2$  mm), sean cual sean éstos, y consiguiendo por lo tanto, un buen ajuste entre la faldilla exterior de las cuadernas con el revestimiento y el larguero.

15 - El proceso es repetitivo con cortos tiempos de ciclos de curado, lo cual reduce la duración del proceso de fabricación.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de una realización ilustrativa de su objeto en relación con las figuras que le acompañan.

#### **Descripción de las figuras**

20 La Figura 1a muestra una sección de una cuaderna fabricada en metálico y la Figura 1b muestra una sección de una cuaderna en material compuesto fabricada mediante el procedimiento objeto de la presente invención.

La figura 2a es una vista en perspectiva del primer útil utilizado en el procedimiento objeto de la presente invención.

La figura 2b muestra esquemáticamente los componentes del primer útil utilizado en el procedimiento objeto de la presente invención.

25 La Figura 3 muestra esquemáticamente los distintos pasos de la etapa de conformado de laminados planos del procedimiento objeto de la presente invención.

La Figura 4 muestra esquemáticamente los cortes dados al laminado plano para obtener los laminados con las dimensiones requeridas por los preformas con sección en forma de C y L.

La Figura 5 muestra esquemáticamente los distintos pasos de la etapa de conformado de laminados de sección angular recta del procedimiento objeto de la presente invención.

30 La Figura 6 muestra esquemáticamente los distintos pasos de la etapa de conformado de las preformas con sección en forma de C y L.

La Figura 7 muestra vistas esquemáticas en sección del segundo útil utilizado en el procedimiento objeto de la presente invención.

Las Figuras 8 y 9 muestran vistas esquemáticas en sección del módulo central del primer útil.

#### **35 Descripción detallada de la invención**

Se describe a continuación una realización del procedimiento según la invención para fabricar las preformas de las cuadernas de fuselajes aeronáuticos en materiales compuestos.

40 La sección a fabricar está formada por una C 11, y por un angular en forma de L 13, constituidos de tejido y reforzados con cinta unidireccional en la faldilla interior 15 para aumentar el momento de inercia, y, por consiguiente, la rigidez. Con esta invención se consiguen obtener cuadernas de hasta 8 metros de longitud con radios de curvatura de hasta 250 mm.

45 La realización del procedimiento comienza con el aprovisionamiento del material necesario para la fabricación de los laminados; los patrones obtenidos del proceso de corte son fabricados agrupados por geometrías, de forma que la máquina de corte trabaja de una sola vez obteniendo todos los patrones que se requieren de cada una de ellas. Mediante este proceso no es necesaria una identificación de cada una de las partes y sólo es necesario ir tomando el número de piezas requeridas de cada geometría para fabricar el laminado.

Por su parte, se proporciona el útil de laminados 21 de las preformas en C y L (en cada caso de las dimensiones apropiadas), acoplado los módulos laterales 23 al módulo central 25. Se fijan las regletas longitudinales 27

## ES 2 560 660 T3

posicionadas sobre los módulos laterales 23 de la zona donde se realice el laminado (cualquiera de los dos módulos laterales 23 es apto para ello).

5 Para empezar el laminado 41, se retira el pisa 29 de la parte superior del útil 21. A continuación se colocan los patrones rectangulares de telas 30 a  $\pm 45^\circ$ , entre el módulo central 25 y las regletas 27 del módulo lateral 23 elegido para la fabricación, realizando solapes longitudinales entre patrón y patrón. Las medidas de las dimensiones del contorno, así como las marcas de decalajes, corte y solapes de las capas involucradas en el mismo, son mostradas mediante proyectores láser. Para hacer la integración de los refuerzos y solapar las telas 30 hasta obtener la longitud total del tramo de cuaderna, se aplica presión y temperatura con un cabezal calefactor 31 desplazable sobre guías laterales a la mesa 33. El descenso del cabezal calefactor 31 sobre el laminado 41, se realiza por medio de un accionamiento neumático controlable manualmente. El calefactor podrá girar  $+45^\circ, +90^\circ, -90^\circ, -45^\circ$  alrededor del eje Z para poder pegar los refuerzos de la cinta unidireccional o los solapes, según corresponda. Una vez terminado el laminado 41, se debe cortar por los lugares marcados identificando con lápiz blanco cada una de las partes resultantes y sus ejes de simetría, de esta forma queda claro que de un único laminado 41, se fabrican cuatro cuadernas a la vez 43, 45, 47, 49.

15 El conformado recto de las preformas en C y L se lleva a cabo en el útil de laminado 21 siguiendo los pasos representados en la Figura 5. En primer lugar se colocará una película separadora 53 para que no se pegue el laminado de partida 51 (con las dimensiones requeridas para formar la preforma en C ó en L en cuestión) a la membrana de conformado 55 y no se contamine el material. A continuación se coloca el pisa 29 que va sujetado de una manera rápida a través de un actuador neumático a un resalte del módulo central 25, cuyo voladizo solapa tan sólo una franja longitudinal de 10 mm de laminado 41 y presiona ésta suficientemente para que no sea arrastrada por la membrana de conformado 55. Puesto que el laminado 51 lleva refuerzos longitudinales de espesor variable en la zona a calentar, el pisa 29 debe ser discontinuo para acoplarse a las distintas alturas. Una vez colocado el pisa 29, se retiran los módulos laterales 23 con cuidado de no arrastrar el laminado 41 generado anteriormente y se coloca el marco con la membrana de conformado 55. Esta membrana elástica de silicona es deformada por vacío soportando unas temperaturas de  $120^\circ\text{C}$  como temperatura de trabajo y elongaciones del orden del 400%. A continuación, con todo ya montado se procederá a ejecutar el programa de hot-forming (temperatura + vacío). La temperatura es aplicada a través del útil de conformado 21. El módulo central 25, lleva embebidas resistencias eléctricas 61 para calentar el laminado 51. Estas resistencias calientan durante el conformado la zona horizontal donde se apoya el laminado 51 y 5 mm (como máximo) la zona vertical. Para evitar que se caliente la zona vertical, se coloca en el útil en esta zona, un material 63 de FV que hace de aislante térmico. La temperatura a alcanzar de forma local es de  $100^\circ\text{C}$  (con una tolerancia de  $\pm 5^\circ\text{C}$ ) durante 20 minutos como referencia. El vacío se realiza a través de la mesa 33 del útil 21, fabricada en forma de panel de abeja de aluminio y las tomas de vacío son colocadas bajo el módulo central 25, que dispone de un cajeadado longitudinal con derivaciones transversales 67.

35 Para la realización del segundo ciclo de conformado, se emplea el útil de conformado curvo 56 para las preformas en C y en L. Los laminados 51 de sección angular recta obtenidos en la etapa anterior son colocados sobre el útil de conformado 56 correspondiente a las preformas en C en L, deformándolos manualmente, para ir acoplándolos al módulo macho 57 sin aparición de arrugas, ubicando en primer lugar las faldillas conformadas en la etapa anterior en los cajeados 59 y luego adaptando el resto del laminado al útil, lo que, en el caso de las preformas en C, supone que además de la deformación curva hay que proceder a la deformación necesaria para conformar la otra faldilla sirviéndose al efecto del cajeadado 60.

45 A continuación, se coloca una película separadora por encima de las preformas, dando los cortes necesarios con objeto de acoplarlo perfectamente, y todo ello se sujeta con tiras elásticas 71 con unos clips de cierre 73, evitando la aparición de arrugas en los radios y el alma. Se posicionarán termopares de control en cada una de las preformas, en la mitad de las faldillas conformadas en el primer ciclo de conformado recto, introduciéndose en ella unos 5mm. Por último, se introducirá el útil 56, formado por chapa de aluminio 75 sobre una chapa base 77 también de aluminio, en la Máquina de Hot-Forming (ciclos de temperatura + vacío).

Una vez conformadas las preformas, se cortarán las partes sobrantes.

50 Si es necesario en el montaje acoplar la faldilla exterior de la cuaderna a un soporte plano, como puede ser el revestimiento, se pueden fabricar suplemento en forma de cuñas ubicados en las cuadernas acoplándolos a las faldillas mediante la aplicación de calor con plancha.

Con esto, quedan listas las preformas necesarias para la realización de una cuaderna de sección totalmente integrada mediante un proceso conocido de inyección RTM.

En la realización preferente que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para fabricar cuadernas de material compuesto para fuselajes aeronáuticos mediante la aplicación de la técnica RTM a dos preformas con sección en forma de C y L, caracterizado porque dichas preformas se fabrican, utilizando un primer (21) y un segundo útil (56), en las siguientes etapas:
- a) Proporcionar el tejido para las preformas en telas (30) cortadas según patrones prefijados;
  - 5        b) Conformar laminados planos (41) de forma rectangular colocando dichas capas de telas (30) sobre un primer útil (21), en posiciones y número predeterminados y aplicando presión y temperatura para que las telas (30) queden pegadas entre ellas en zonas locales;
  - 10        c) Conformar laminados de sección angular recta (51) a partir de segmentos de dichos laminados planos (41) de dimensiones predeterminadas, obtenidos mediante cortado, sobre una parte de sección angular recta del primer útil (21) disponiendo sobre su cara superior la parte destinada a faldilla de las preformas con sección en forma de C ó L, sujetando su borde longitudinal sobre el primer útil (21) y dejando libre el resto, colocando sobre el primer útil (21) una membrana de conformado (55) y aplicando un ciclo de temperatura y vacío;
  - 15        d) Conformar las preformas en forma de C (11) y L (13) sobre un segundo útil curvo (56), deformando sobre él dichos laminados de sección angular recta (51), incluyendo dicha deformación en el caso de las preformas con sección en forma de C el doblado de la segunda faldilla, y aplicando un ciclo de temperatura y vacío.
2. Procedimiento para fabricar cuadernas de material compuesto para fuselajes aeronáuticos según la reivindicación 1 caracterizado porque los patrones prefijados para las telas (30) incluyen patrones rectangulares a +/- 45° y cintas unidireccionales de refuerzo para una faldilla.
- 20        3. Útil (21) para llevar a cabo las etapas b) y c) del procedimiento objeto de las reivindicaciones 1-2, que comprende un módulo central (25) y dos módulos laterales (23), que se unen para llevar a cabo la etapa b) y se separan para llevar a cabo la etapa c) y unos cabezales calefactores (31) para llevar a cabo la aplicación de presión y temperatura de la etapa b), disponiendo el módulo central (25) de elementos calefactores (61) en su interior, de tomas de vacío para la ejecución de la etapa c) y de un pisador (29) con un actuador neumático dispuesto sobre el módulo central (25) para sujetar los laminados (51) durante la etapa c).
- 25        4. Útil (56) para llevar a cabo la etapa d) del procedimiento objeto de las reivindicaciones 1-2, que comprende un módulo macho curvo (57) con cajeados (59, 60) para posicionar la faldilla y faldillas, respectivamente, de los laminados (51) con forma de L ó C y una pluralidad de tiras elásticas (71) para sujetar los laminados durante su conformación.

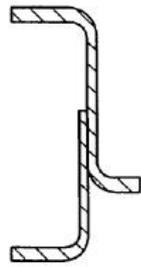


FIG. 1a

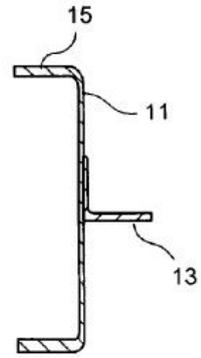


FIG. 1b

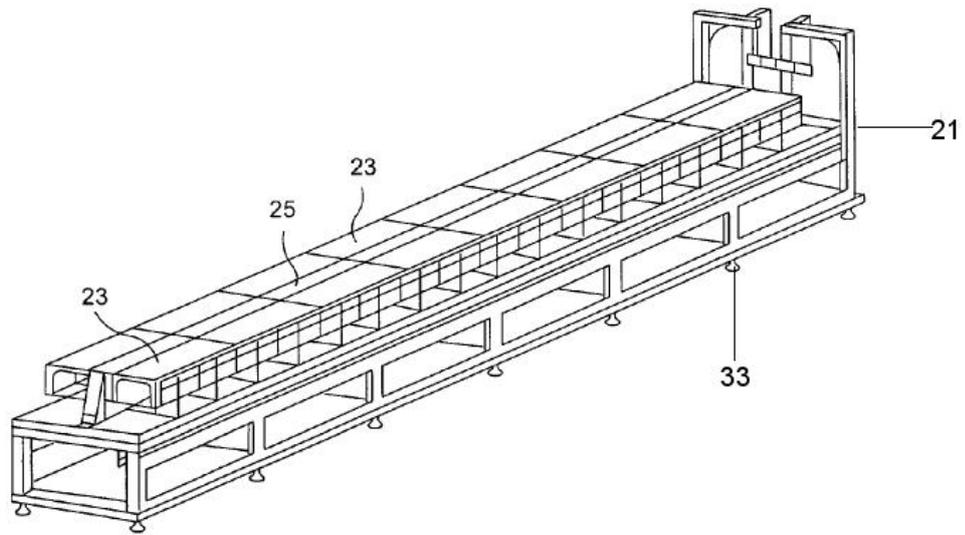


FIG. 2a

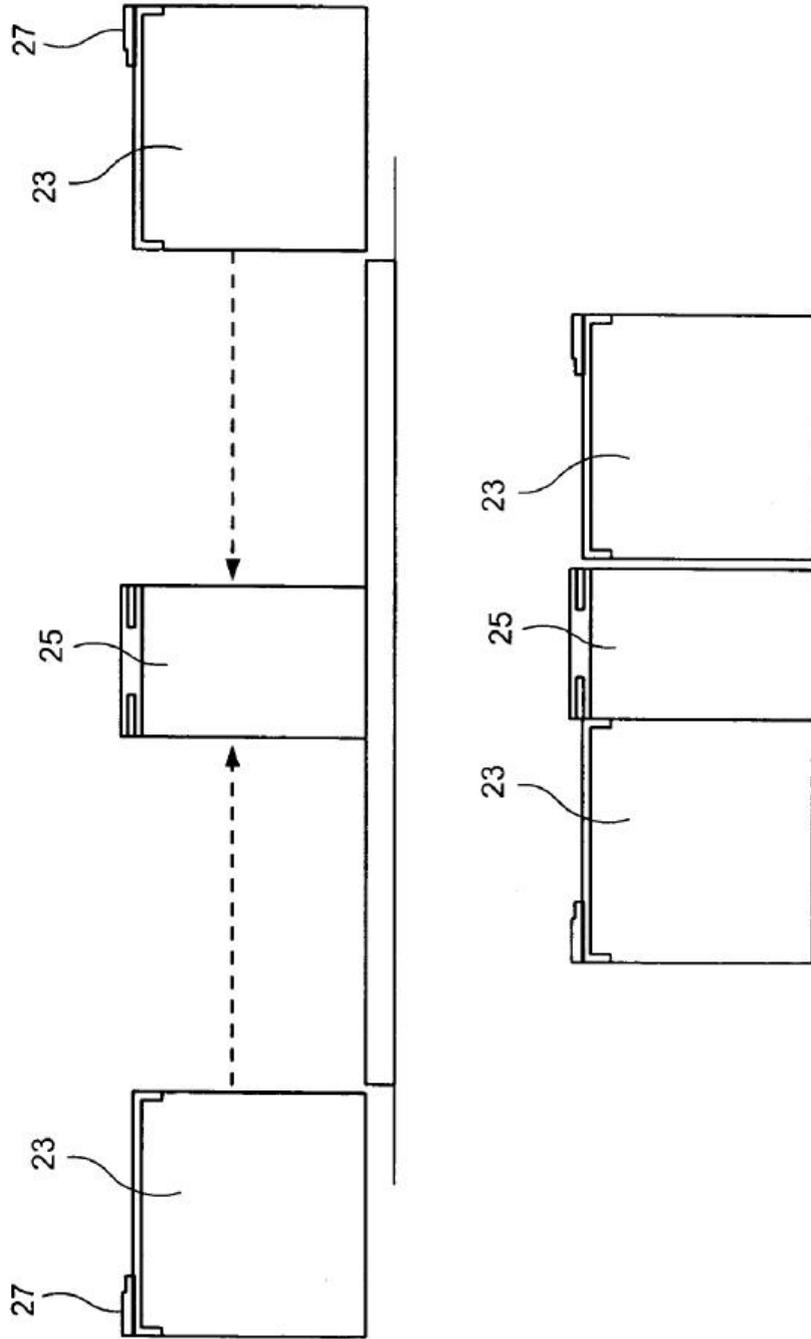


FIG. 2b

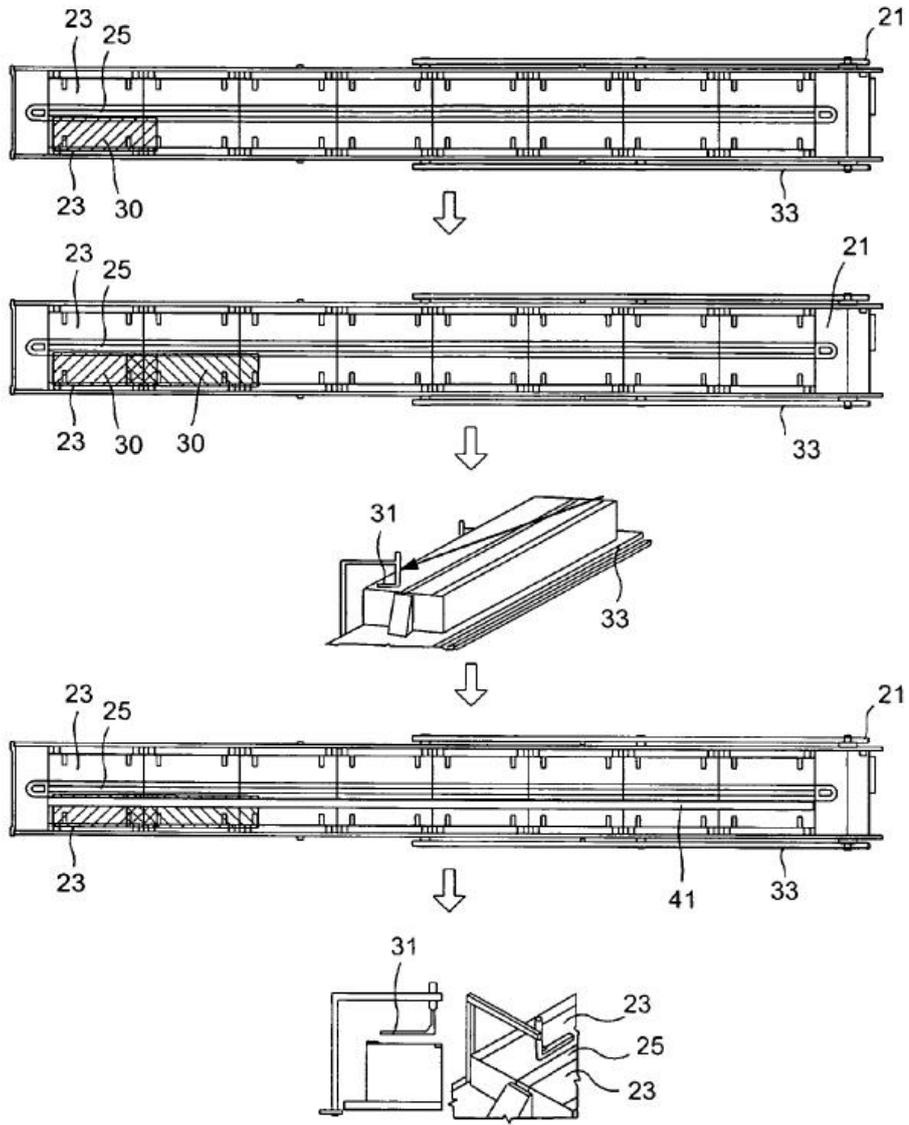


FIG. 3

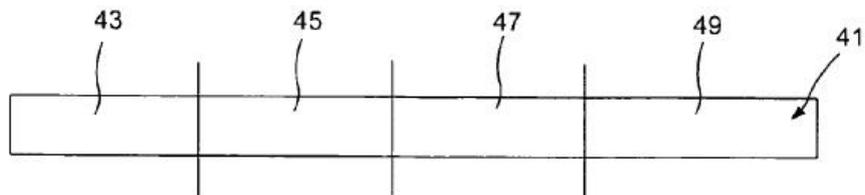


FIG. 4

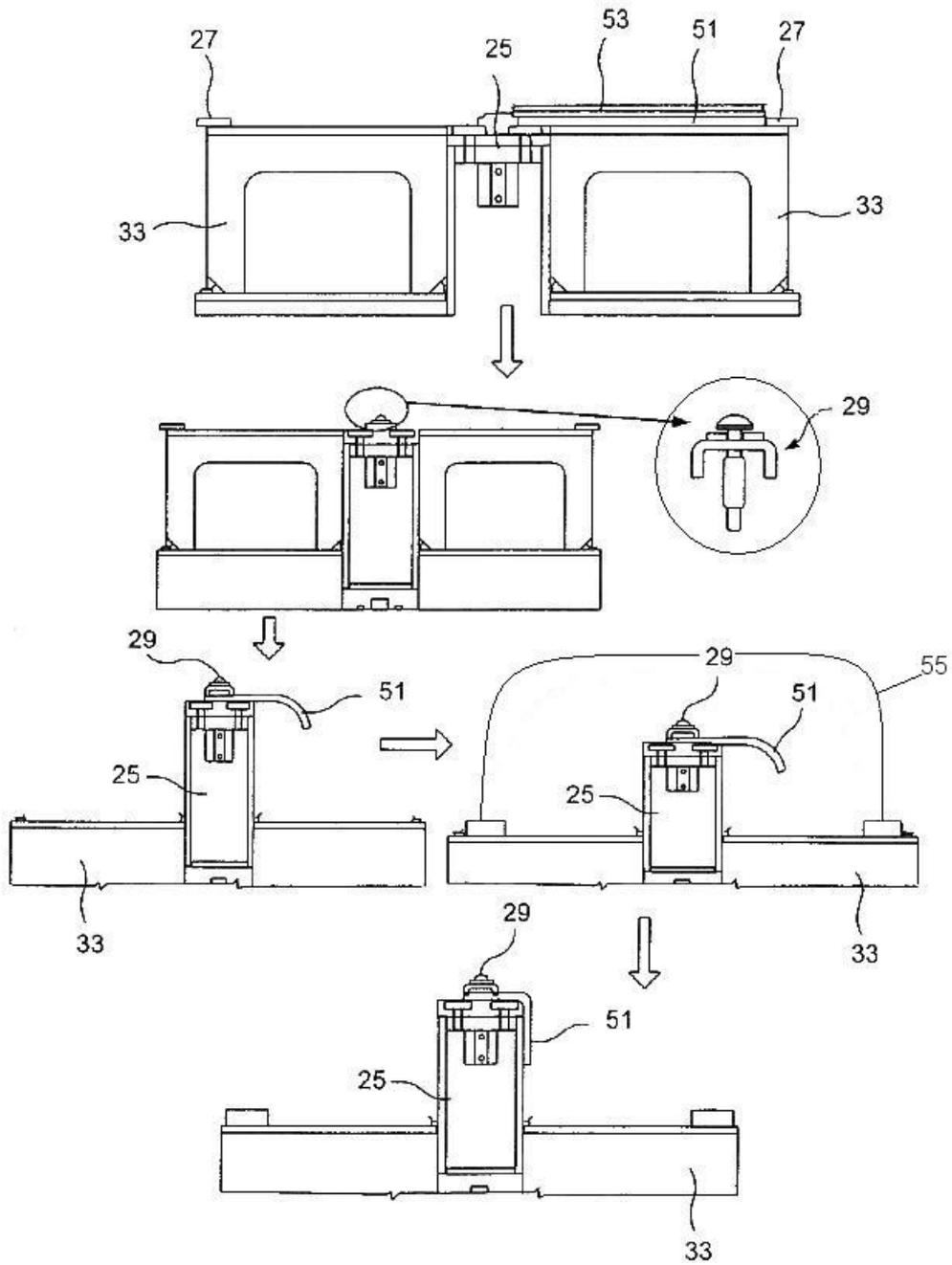


FIG. 5

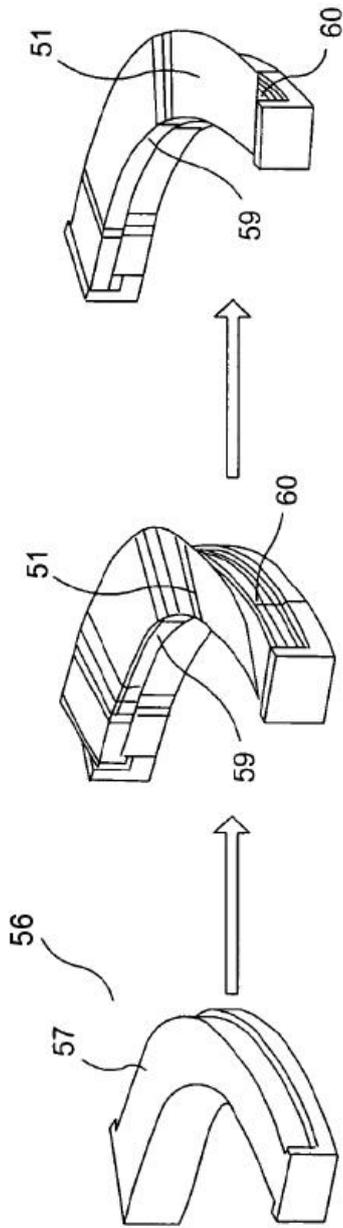


FIG. 6

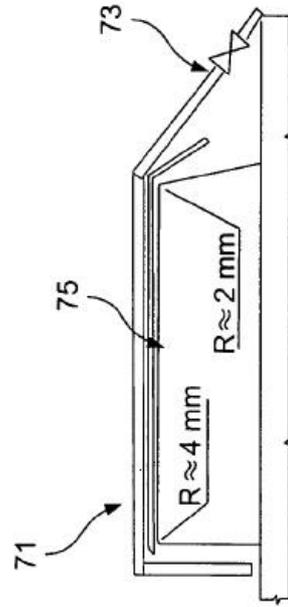


FIG. 7b

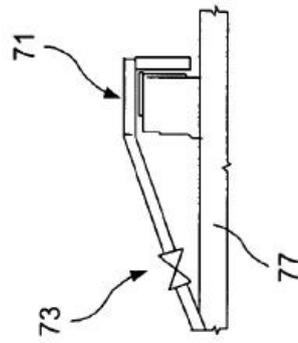


FIG. 7a

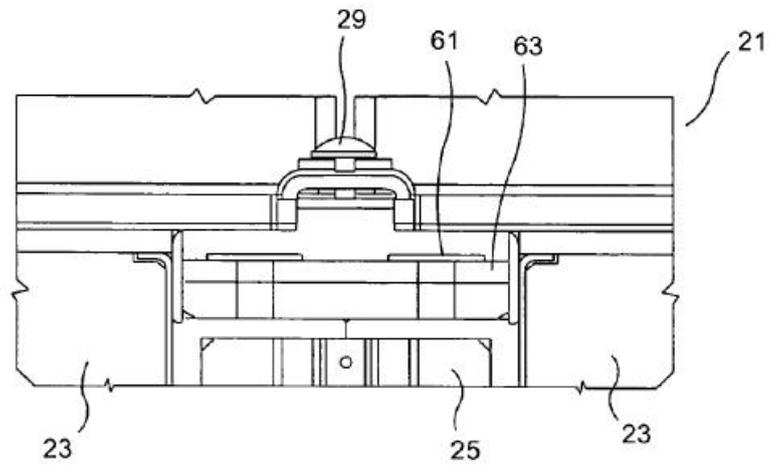


FIG. 8

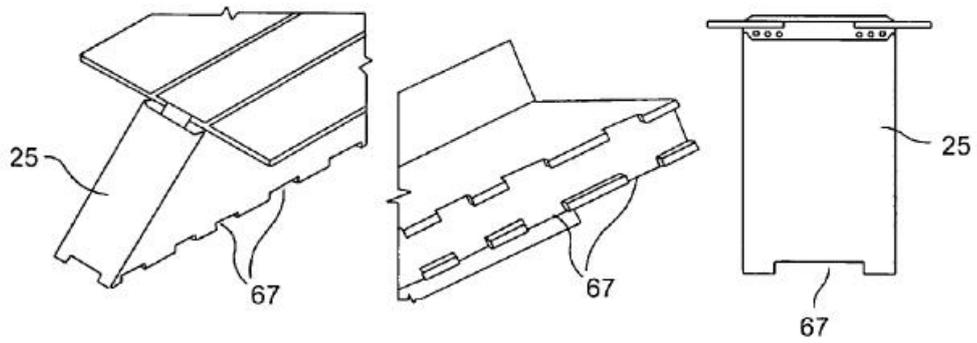


FIG. 9